Mount plates on stubs.

A PROPOS

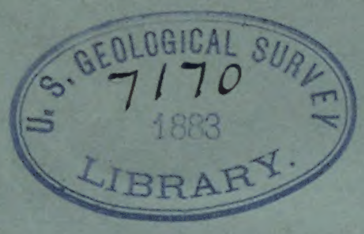
DES

ALGUES FOSSILES

PAR

LE MARQUIS DE SAPORTA

CORRESPONDANT DE L'INSTITUT.



Avec 10 planches lithographiées

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain, en face de l'École de Médecine

M DCCC LXXXII

A PROPOS

DES

ALGUES FOSSILES

CORBEIL. — TYP. ET STÉR. CRÉTÉ.

FRONTISPICE.



Leuba lith. Imp. Becquet, Paris.

Bilobites furcifera (M.R.), Sap. et Mar.

Silurien de Bagnols (Orne).

A PROPOS

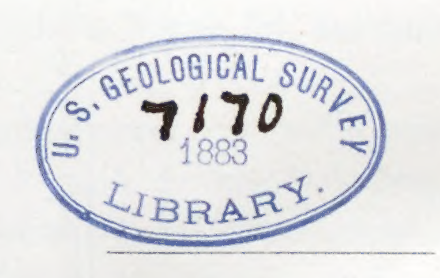
DES

ALGUES FOSSILES

PAR

LE MARQUIS DE SAPORTA

CORRESPONDANT DE L'INSTITUT.



PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain, en face de l'École de Médecine

M DCCC LXXXII

1882

A

M. ALBERT GAUDRY

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE PALÉONTOLOGIE AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS.

C'est à vous, mon cher ami, que je dédie ce travail entrepris dans le but unique de sauvegarder les droits de la réalité. Dans nos recherches respectives, dans nos luttes en faveur de l'Évolution, nous n'avons jamais eu d'autre mobile que la poursuite du vrai. — L'esprit de système et les exagérations de parti pris, les controverses engagées entre les écoles et les personnes nous ont toujours inspiré de l'éloignement, dès que la science ne devait en retirer aucun profit immédiat ; vous n'ignorez pas qu'en discutant les vues du savant étranger auquel je réponds, je garde une profonde estime pour ses travaux et pour son caractère. Les relations déjà anciennes qui me rattachent à lui n'auront rien à souffrir de la divergence de nos opinions; je ne veux pas même nier le côté pratique de ses observations dont je conteste seulement la portée. Avec l'arme courtoise de la bonne foi, des amis peuvent combattre sans cesser de s'apprécier.

Mais vous qu'une étroite communauté d'idées et d'aspirations a toujours uni au modeste savant de province, parfois troublé de son isolement, c'est par un échange fécond de pensées, c'est en vous prêtant à des communications répétées de documents, c'est en n'épargnant ni les conseils ni les renseignements demandés, que vous avez facilité sa marche et rendu possible son labeur journalier. — Je suis heureux de vous rendre ici ce témoignage.

G. DE SAPORTA.

Aix, le 15 Novembre 1882.

A PROPOS

DES

ALGUES FOSSILES

M. Alfred Nathorst, dans un travail considérable à bien des égards, publié à Stockholm en 1881 (1), s'est attaché à relever les erreurs de ceux qui ont décrit, comme étant de vraies Algues, des vestiges d'animaux invertébrés cheminant ou s'agitant sur le sol sous-marin. Il a accompagné son mémoire de figures explicatives très fidèles et l'a fait suivre d'une nomenclature des ouvrages qui lui ont paru renfermer des méprises de cette sorte. Dans cette liste, où figurent d'ailleurs les œuvres de la plupart des auteurs qui, depuis Brongniart, se sont appliqués à l'étude des plantes fossiles, j'ai rencontré les deux mentions ci-après :

« 1872-73. Saporta, *Paléontologie française;* 2e série, *Végétaux. Terrain jurassique*, tome I, Paris. — A l'exception d'*Itieria* et peut-être d'une paire d'autres, tous les fossiles décrits ici comme des Algues sont de véritables traces.

«1881. G. de Saporta et A. F. Marion. *L'évolution du règne végétal. Les Cryptogames;* Paris, 1881. *Bibliothèque scientifique internationale*. Vol. 39. — La plupart des Algues décrites ici sont des traces de diverses sortes. »

C'est pour répondre à cette double allégation que je prends la plume. Je ne conteste, il est vrai, la réalité d'aucune des observations de M. Nathorst; je concède sans peine que les traces d'animaux inférieurs, reproduites par lui soit en creux, soit moulées en relief, affectent une ressemblance plus ou moins étroite avec diverses catégories d'Algues fossiles, qu'elles peuvent prêter à l'illusion et rendre compte de plusieurs fausses déterminations; mais je crois aussi que les cas pareils sont plus clairsemés que ne l'a pensé M. Nathorst. Restreints aux formes

(1) *Om Spar af nagra Evertebzerade djur M. M. och deras paleontog. Betydelse*, af A. G. Nathorst, med. 11 taflor (*Kongl. svenska Vetensk. Akad. Handl.*, Band 18, n° 7), Stockholm, 1881.

les plus douteuses, ils ne sauraient être étendus ni généralisés, sans autre preuve à invoquer à l'appui d'une telle présomption qu'une apparente analogie. On courrait le risque de s'engager dans un cercle vicieux, puisqu'il serait toujours permis de se demander, sauf démonstration contraire, si la ressemblance des fossiles controversés n'est pas plus exacte en interrogeant le règne végétal qu'en examinant les pistes ou vestiges d'animaux en mouvement. En effet, pourquoi serait-il préférable d'invoquer l'intervention de ces derniers plutôt que de se fier à l'autre? La question change ainsi du tout au tout, dès que le choix reste libre, et la solution à intervenir, aussitôt qu'elle n'est plus forcée, échappe aux conclusions d'une thèse trop systématique pour être rigoureusement exacte (1).

Pour l'infirmer dans ce qu'elle a d'excessif, il suffirait de placer, à côté des contours effacés, des pauvres et vagues linéaments figurés par M. Nathorst, non pas assurément ces empreintes incomplètes que le désir de ne rien omettre pousse les phytologues à publier, mais les exemplaires d'Algues fossiles dont la conservation est parfaite. Les auteurs ont assez rarement, il est vrai, l'occasion ou même la facilité matérielle de figurer des échantillons de cette nature, dont les détails échappent à la main chargée de les reproduire, à raison même de leur délicatesse et de leur complexité; trop souvent, ils se contentent de quelques traits. Ces mêmes auteurs ont eu cependant les originaux sous les yeux, ils en ont saisi les caractères et compris le vrai sens. C'est à eux qu'il faut bien se fier, lorsqu'ils attestent la nature algologique d'un fossile sérieusement étudié. Comment admettre qu'ils se soient trompés si grossièrement et à tant de reprises, en retenant comme une plante ou, si l'on veut, comme une production marine, ce qui ne constituerait au fond qu'une apparence dénuée de réalité.

Que l'on compare donc, sans parti pris, aux figures de M. Nathorst (Pl. 9, fig. 1; pl. 10, fig. 1 et fig. 30 dans le texte) les *Chondrites* du Jura ou de la Craie, ces arbuscules en miniature, aux ramifications si déliées, aux dernières terminaisons si nettes, aux subdivisions si régulièrement multipliées; que l'on en rapproche encore les *Taonurus* avec leur réseau superficiel de fines costules, les *Halymenites* et *Sphærococcites*, lorsque les partitions de leur phyllome sont intactes jusque dans leurs moindres découpures, et l'on verra presque aussitôt disparaître l'échafaudage de ces analogies artificielles, recherchées avec tant d'efforts et pourtant si peu vraisemblables par elles-mêmes.

En parlant ainsi, je suis très loin de vouloir justifier les erreurs d'attribution. En fait d'erreurs, je ne réponds évidemment que des miennes; mais si personne ne

1) Je reporte à la fin de cette introduction, sous forme d'*Appendice*, une note de mon collaborateur, M. A. F. Marion, professeur de zoologie à la Faculté des sciences de Marseille; elle m'a paru trop importante, à raison des connaissances spéciales de son auteur, pour être inscrite au bas de la page et elle complète fort heureusement l'appréciation critique des vues de M. Nathorst, considérées par un zoologiste de profession.

peut se promettre de les éviter, il est juste d'en réduire le nombre et la portée en les renfermant dans les limites du vrai et du possible. C'est ce que je vais entreprendre, sans me dissimuler pourtant que je combats des opinions préconçues et une sorte de préjugé enraciné dans certains esprits, professé à la suite des zoologistes par les botanistes eux-mêmes. Les géologues, enfin, mis en demeure de se prononcer, ont penché à leur tour du côté où se rangeait le plus grand nombre, les yeux fixés sur les hommes spéciaux dont ils recherchent l'avis.

Les botanistes savent par expérience à quel point l'analyse microscopique est indispensable à la détermination des Algues vivantes; ils savent que sans elle on n'arrive à rien de précis; ils repoussent en conséquence les attributions des Algues fossiles, comme « hasardées et imaginaires ». Les zoologistes sont portés, par un penchant d'esprit auquel ils cèdent aisément, à considérer avant tout leur propre science, en lui subordonnant les recherches qui se poursuivent en dehors d'elle, sur des bases qui leur paraissent trop conjecturales pour être acceptées sans contrôle. Si Brongniart, un vrai botaniste celui-là, n'avait pas prêté l'appui et l'autorité de son nom aux découvertes paléophytiques, peut-être professerait-on le même dédain pour toutes les études de cette nature, puisque toutes effectivement sont entachées du même défaut, l'absence d'une méthode sûre et le danger de se tromper en étant forcé d'invoquer des indices, plutôt que des caractères décisifs. — Celui qui signale un érable ou un ormeau, d'après des feuilles seulement, bien qu'il s'agisse de deux types faciles à reconnaître à l'état fossile, court évidemment la chance de porter un jugement faux; l'érable peut être une vigne ou un platane et l'ormeau un charme ou un bouleau. Qui ne voit pourtant que ces chances d'erreur, bien qu'il y en ait de nombreux exemples, vont en s'atténuant à mesure que l'espèce à décrire se prête à un examen plus précis de sa forme extérieure et de ses rapports analogiques, à mesure aussi qu'elle se trouve représentée par des échantillons plus complets, jusqu'au moment où à la suite d'une étude minutieuse et comparative, grâce à ce tact délicat que donne l'habitude de l'observation, il devient absolument certain, aux yeux du descripteur et du classificateur, qu'il s'agit bien réellement d'un érable et d'un ormeau.

Il n'en est pas tout à fait ainsi des Algues fossiles, il faut l'avouer. Bien que les botanistes aient eu tort de n'attacher aucune valeur aux indices purement morphologiques et que ceux-ci puissent être utilement et légitimement consultés dès qu'il s'agit de types encore existants, comme celui des *Delesseria* par exemple, il est certain cependant que l'extrême polymorphie et les récurrences de physionomie dont les Algues donnent l'exemple dans des sections en réalité très distinctes sont faites pour inspirer de la défiance envers ceux que tenteraient des identifications

de genre uniquement basées sur des apparences extérieures. La difficulté augmente encore à mesure que du présent on remonte un peu loin dans le passé. Les genres actuels, surtout ceux des Floridées, de plus en plus clairsemés, cessent finalement assez tôt de se montrer et l'on se trouve dès lors en présence de types visiblement éteints, dont il devient de plus en plus malaisé de présumer les affinités véritables.

Il existe encore d'autres causes d'incertitude. — La première tient à l'évidente rareté des empreintes d'Algues, mise en regard de l'origine purement marine de l'immense majorité des dépôts anciens. De cette sorte, les plantes propres à l'élément qui a présidé à ces dépôts, sauf dans certains cas exceptionnels, ne nous auraient transmis que des documents insuffisants. Cette pénurie, singulière au premier abord, si on la rapproche de la fréquence relative des restes de végétaux terrestres et aériens, tient à deux circonstances. L'une se rattache à la consistance même des Algues, souvent fugitives, fragiles ou déliquescentes, ne possédant pas toujours un tissu assez ferme pour résister à la décomposition et donner lieu à des empreintes reconnaissables.

L'autre circonstance, la principale à mon avis, vient de ce que, loin de couvrir toute l'étendue océanique, les Algues se trouvent en réalité restreintes à une zone littorale étroite, fréquemment interrompue et constituant le long des rivages une ceinture dont la continuité cesse rapidement pour faire place à la solitude, dès que l'on descend au-dessous d'une certaine profondeur. Or, c'est seulement dans les profondeurs que se sont accumulés les grands dépôts. Plus à portée de la plage, ce que l'on nomme les formations littorales, soumises à l'agitation des flots et à l'action des marées, n'ont généralement acquis ni la régularité, ni la consistance, ni la superposition par lits minces stratifiés en série, qui caractérisent les assises les plus favorables à la conservation des empreintes végétales. Ce n'est que sous l'empire de certaines conditions locales, dans des fonds de baies tranquilles, avec la coopération des eaux d'embouchure ou d'un limon charrié de loin par les courants, que les Algues anciennes ont eu quelque chance de passer à l'état fossile ; mais ces conditions ne se sont réalisées qu'à d'assez longs intervalles, sur des points isolés et restreints, et leur absence explique celle des plantes marines dont on chercherait vainement quelques traces dans un si grand nombre de lits et d'étages.

D'autres difficultés ont encore nui à la légitime interprétation des Algues fossiles ; des corps étrangers à cette classe y ont été indûment englobés. Il s'est trouvé, par exemple, que le *Zonarites digitatus* de Brongniart était un *Baiera* et par conséquent une Salisburiée ; plusieurs des *Caulerpites* de Sternberg et de Brongniart ont été reconnus depuis longtemps pour des rameaux de Conifères. Des animaux marins invertébrés, principalement parmi les Zoanthaires et les Gorgoniens, ont donné lieu

à des confusions analogues. Il en a été ainsi entre autres des *Amansites* de Brongniart qui ont été reportés dans les Graptolithes, et les *Cylindrites* de Gœppert ont fait naître le soupçon de n'être que des Spongiaires. A mesure que l'on pénètre au fond du passé dans des terrains d'un âge reculé, le nombre des corps marins d'une nature problématique se multiplie; les termes de comparaison font défaut, au sein d'une nature de plus en plus différente de la nôtre, et ceux de ces corps qui ont été à tort ou à raison considérés comme des Algues protophytiques sont évidemment entachés de doutes que, dans l'état actuel des connaissances, la science ne saurait entièrement éclaircir. Mais de pareils doutes, si persistants et si fondés qu'ils puissent être, n'ont rien à faire avec le sujet que je veux aborder ici. Il ne s'agit pas même de définir, ni d'établir par des raisons décisives l'origine végétale des fossiles tenus pour des Algues par les uns et pour des corps marins par d'autres, mais seulement et uniquement de distinguer, parmi ces fossiles, ceux qui ne sauraient être assimilés à des traces d'Invertébrés en mouvement. Il est évident du reste qu'en prouvant le plus, le moins se trouvera par cela même démontré; il suffira donc de faire voir que plusieurs de mes espèces étaient assurément des Algues pour que le rapprochement prétendu de ces espèces avec des vestiges d'animaux en marche tombe aussitôt et, d'autre part, si pour d'autres espèces, moins sûrement déterminables, je me contente de faire ressortir soit l'impossibilité, soit le peu de probabilité de l'hypothèse suédoise, l'opinion de M. Nathorst une fois écartée, il y aurait encore lieu de décider auquel des deux règnes cette seconde catégorie de fossiles devrait être plus naturellement rapportée. Mais le mieux, en ce qui les concerne, est d'attendre le moment où de nouvelles recherches auront mis entre nos mains les éléments de la solution à intervenir. Enfin, en dernier lieu, si les observations de M. Nathorst ont mis la science sur la voie de certaines appréciations dont il paraisse utile de faire son profit et qui soient de nature à influer sur les opinions adoptées jusqu'ici à l'égard de quelques-uns des types controversés, je le dirai également, n'ayant d'autre mobile dans la rédaction de ce travail que la recherche impartiale de la vérité.

Il est un point sur lequel insiste M. Nathorst et que je dois toucher en passant parce qu'il m'a paru ne pas en saisir la véritable portée. Lorsque le savant suédois se plaint de ce que les paléophytologues n'ont pas cherché à se former une idée claire du mode de fossilisation des végétaux, il a raison en théorie, mais il a tort par le fait en ce que lui-même ne se rend compte que très imparfaitement des conditions diverses qui ont présidé au passage d'une plante à l'état fossile ou plutôt qui ont permis à cette plante de laisser une trace appréciable de son ancienne existence. La persistance d'un résidu de substance organique est, il est vrai, un indice précieux qui, dans bien des cas, peut servir de guide à l'analogie et être allégué à titre de

preuve ; mais cette persistance est si loin d'être constante ni universelle qu'il est tout à fait hors de propos d'arguer de son absence pour se croire en droit de nier la nature végétale d'un fossile. L'erreur serait grande en effet et l'abus manifeste, si l'on raisonnait ainsi. Les personnes qui ont l'habitude des plantes fossiles, et j'ose penser que trente années de recherches continues m'autorisent à être rangé parmi elles, savent parfaitement comment un végétal a pu se conserver et les procédés de fossilisation dont il offre l'exemple.

On a souvent énuméré ces procédés, en les partageant en plusieurs catégories : l'action chimique qui préserve les détails de structure et l'organisation intérieure est distincte du simple moulage qui ne garde que les contours extérieurs de l'objet, mais il existe des moulages et j'ajouterai des « surmoulages », comme des remplissages, de plus d'une sorte. L'empreinte qui s'opère par le sédiment déposé sur l'objet, c'est-à-dire au moyen du recouvrement du fossile par une matière molle, est bien différente du moulage qui s'effectue à l'aide d'une substance minérale précipitée, comme le carbonate de chaux des roches concrétionnées. Ce dernier procédé est l'un des plus parfaits et des plus répandus ; on sait pourtant que les résidus organiques ont constamment disparu chez les fossiles obtenus de cette façon. — Dans les schistes marneux, les feuillets charbonneux ou simplement bitumineux, les argiles et les calcaires en strates ou en plaquettes, il s'est produit de véritables empreintes plus ou moins parfaites et dans lesquelles la pression a accompagné le moulage, tandis que la substance organique persiste plus ou moins à l'état de résidu charbonné, de pellicule, ou se trouve parfois incorporée à la roche elle-même ; mais dans ce cas encore combien d'exceptions et que de fois cette substance se trouve remplacée par une matière amorphe, souvent par un enduit ocreux pulvérulent, qui n'a rien de commun avec le tissu organisé primitif. Il en est ainsi de la belle flore de Gelinden, dépôt dont la roche est constituée par une sorte de craie marneuse remaniée. Mais M. Nathorst a négligé plusieurs autres « processus » fossilisateurs d'une importance considérable : par les uns, comme dans l'oxfordien de Poitiers dont les carrières fournissent une pierre tendre employée pour la construction, la même pâte calcaire qui constitue la roche a rempli exactement la cavité du moule, après la destruction complète du végétal ; c'est ainsi que des tiges entières de Cycadées ont pu être retirées avec leur apparence extérieure encore intacte, le sédiment introduit ayant comblé toutes les sinuosités du vide occasionné par la disparition du tissu ligneux. Ces sortes d'effets s'observent principalement lorsqu'il s'agit de sédiments déposés dans des eaux fortement chargées de principes minéraux et dont l'action chimique plus ou moins rapide a eu pour effet de faire naître des grès durs, surtout des arkoses, des calcaires marmoréens ou lithographiques, enfin des roches à pâte serrée dont il serait impossible d'énumérer ici les

innombrables variétés. Dans ces divers cas, la substance végétale a presque constamment disparu, sans que mon intention soit pourtant de vouloir trop généraliser. Le moule est alors demeuré vide ou bien il a donné lieu à un remplissage par concrétion, par suintement ou infiltration.

Enfin, en dernier lieu, il existe encore un procédé fossilisateur que nous avons



Fig. 1. — Corps organisé F couché sur le sol sous-marin, à la superficie d'une assise inférieure A, et recouvert par le sable d'une assise en voie de formation B.

eu soin, M. Marion et moi, d'exposer p. 70 et suivantes de l'*Évolution des Cryptogames*. Les végétaux fossiles, dus à ce procédé, sont conservés en *demi-relief*, c'est-à-dire qu'une de leurs faces, l'inférieure seulement, se trouve reproduite au moyen

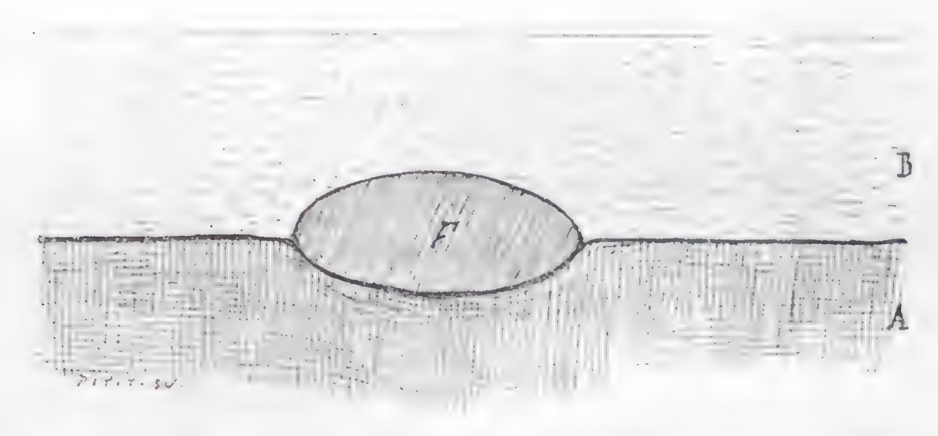


Fig. 2. — Corps organisé F comprimé par le poids de l'assise B nouvellement déposée, imprimant le moule de sa face inférieure à la superficie de l'assise inférieure A.

de la pression exercée par l'assise en voie de formation contre le moule en creux laissé par la plante à la surface de l'assise sous-jacente (1).

Dans le but de faire mieux saisir le procédé sur lequel je viens d'insister

(1) Il convient donc de tenir compte d'une conséquence toute mécanique de ce procédé, d'après laquelle une des faces de l'objet est reproduite à l'exclusion de l'autre. La face supérieure disparaît inévitablement sous la pression venue d'en haut, qui ajoute au contraire à la vivacité du moule en relief de la face inférieure. Il suit de là, conformément à ce que montrent les Bilobites, que des fragments organisés, accumulés sur un point donné et ensuite fossilisés en demi-relief, auront l'air de se pénétrer et de s'interrompre, au lieu de paraître superposés, comme dans la réalité. Les parties en contact avec le fond sous-marin ou sous-lacustre sont effectivement les seules qui se prêtent à la reproduction de leur superficie. On se trouve dès lors peu fondé à argumenter de cette circonstance pour contester la nature végétale d'un fossile.

et dont une foule de végétaux, à la fois résistants et destinés à se décomposer à la longue, offrent l'exemple, j'ai eu l'idée de le représenter ici graphiquement et hypothétiquement, à l'aide de figures destinées à en exposer le mécanisme (Voir les figures 1 à 4 et leurs légendes explicatives).

Les organes moulés en demi-relief adhèrent toujours, ce qui résulte du

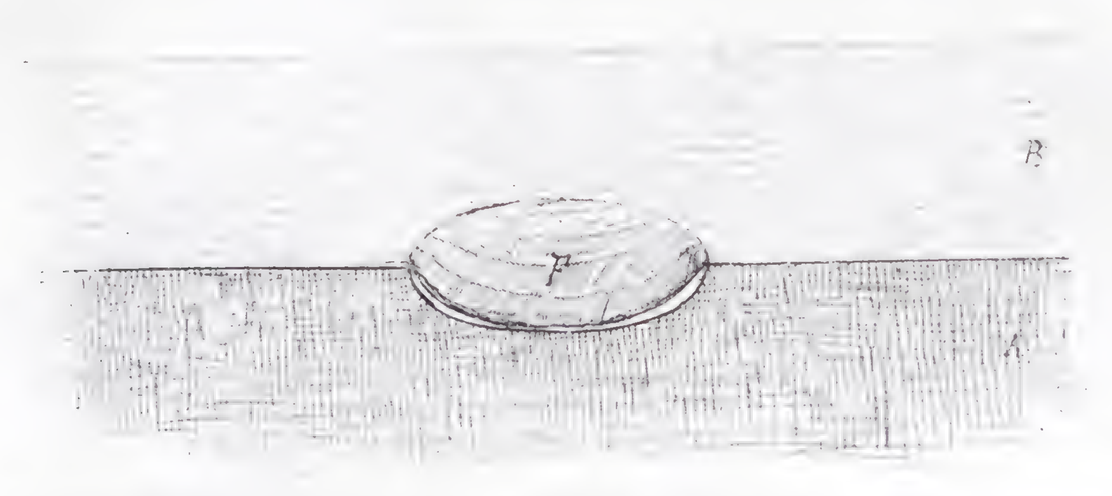


Fig. 3. — Corps organisé F graduellement décomposé, s'affaissant sous le poids de l'assise B dont le sédiment pénètre peu à peu dans la cavité résultant de cette décomposition.

procédé même, à la base de l'assise supérieure, dont ils font partie intégrante; la perfection de ces sortes de surmoulages est parfois étonnante; les fossiles qu'ils constituent n'ont rien du reste d'exceptionnel; on en observe de nombreux exemples

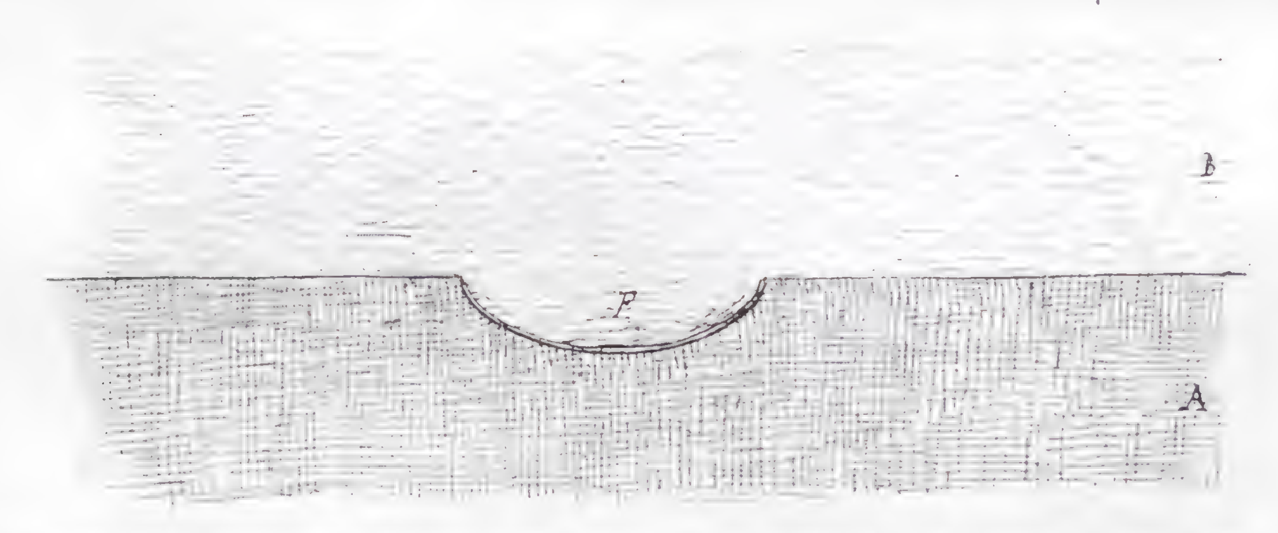


Fig. 4 — Après l'entier remplissage de la cavité tenant la place du corps organisé F, le sédiment de l'assise B vient s'appliquer contre le moule creux formé à la superficie de l'assise A et constituer une reproduction en demi-relief du corps organisé disparu.

qui ne laissent aucune prise au doute. Je n'aurais ici que l'embarras du choix; mais à l'appui de ce que j'avance je citerai particulièrement plusieurs échantillons des calcaires lithographiques de Cirin, comprenant des rameaux de Conifères, *Brachyphyllum* et *Pachyphyllum*, et des feuilles de Cycadées, enfin la plupart des rhizomes et jusqu'aux feuilles des Nymphéacées de certaines localités tertiaires

(gypses d'Aix, calcaires marneux de Saint-Zacharie, Ceylas dans le Gard, Armissan près de Narbonne). Une énumération de ce genre mènerait trop loin. Les moules creux ou en relief des plantes fossiles, dénués de tout résidu de substance végétale, se comptent en réalité par centaines, et s'il fallait les ranger pour cette seule raison parmi les traces d'Invertébrés en mouvement, on serait entraîné si en dehors du vrai-

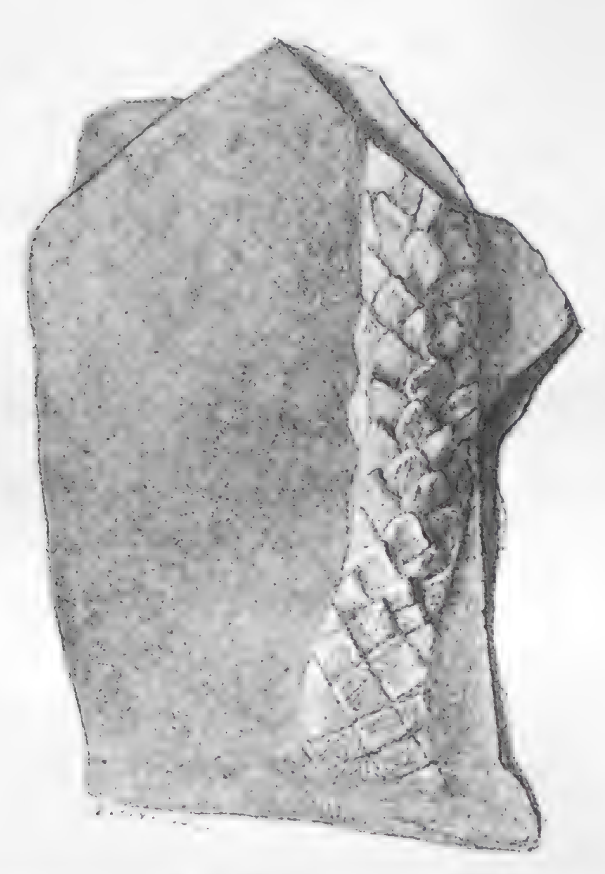


Fig. 5. — Rameau de *Pachyphyllum cirinicum* Sap., fossilisé en demi-relief, à la face inférieure d'une plaque provenant des calcaires lithographiques de Cirin (étage kimméridien inférieur), d'après un échantillon du Muséum de la ville de Lyon ; gr. nat.

semblable, que M. Nathorst reculerait certainement devant les conséquences du principe qu'il semble avoir voulu poser.

Conformément aux considérations qui précèdent je passerai en revue les principaux types d'Algues signalés dans mes ouvrages, en commençant par les plus certains, les mieux déterminés et les plus instructifs ; ceux-ci me serviront de point de départ et d'appui nécessaire pour passer aux autres, moins bien connus, et arriver graduellement aux plus éloignés dans le temps, qui sont aussi les plus controversés, mais dont l'intérêt et parfois la singularité sont également incontestables.

APPENDICE

NOTE COMMUNIQUÉE PAR M. LE PROFESSEUR MARION

Le fond des mers anciennes, comme celui des mers actuelles, a été habité par une foule d'animaux, les uns mous, les autres capables de laisser leur squelette. Ces êtres ont dû fouir le sol, le pétrir et le sillonner à leur manière; mais il est bien certain que sur les plages profondes, ou dans les grands fonds balayés par des courants violents, les simples pistes n'ont pu être conservées. Il ne s'agit pas de se préoccuper non plus des traces de vers construisant des tubes, comme les Hermelles ou même les Sabelles; ces traces seraient aisément reconnues.

Les Mollusques qui s'ensablent peuvent donner lieu à des traces plus stables. Dans des fonds calmes, des pistes conformes à celles qu'a dessinées Nathorst ont des chances de persister; mais M. Nathorst ne saurait avoir la prétention de faire croire que les mers anciennes, dans lesquelles il veut justement faire vivre des Invertébrés de tous genres, comme ceux qui habitent nos mers actuelles, aient été dénuées d'Algues. L'idée serait insoutenable; or, il est constant que si des pistes fugaces d'animaux mous ont pu exceptionnellement ne pas disparaître, il y a beaucoup plus de probabilité à admettre que les Algues à tissus résistants aient aussi laissé des vestiges.

Dans l'étude du détail des empreintes, il est des cas où l'hésitation ne me paraît plus possible; dès que l'on se trouve en présence de réseaux complexes, on ne saurait croire à des pistes. Les traces décrites par des bêtes de divers ordres, ayant piétiné longtemps sur le même fond, seraient les plus complexes, mais elles finissent par devenir si peu apparentes, à raison même de leur entre-croisement, qu'il est invraisemblable d'admettre qu'elles se soient conservées.

J'ai repris de mon côté les expériences de M. Nathorst, en faisant ramper sur des fonds de plâtre mou et de vase divers types d'Invertébrés. — Voici les

résultats de mon examen : il est bien certain qu'il faut tenir compte de ces sortes de traces, mais si rigoureusement exacts que soient les dessins donnés par Nathorst, on reconnaît que cet auteur leur a attribué une importance des plus exagérées.

En premier lieu, il est vrai qu'un crustacé Isopode ou Amphipode, qu'une annélide Chétopode sont susceptibles, étant placés au fond d'un vase plein de boue ou de plâtre mou, de produire des pistes assez nettes ; ces pistes peuvent même devenir assez complexes et comme ramifiées, si la bête est laissée quelque temps à elle-même, mais en poussant l'expérience plus loin, lorsque les crustacés Isopodes et Amphipodes, qui vivent naturellement en société, sont abandonnés tout un jour sur les mêmes fonds, ils finissent par tout détruire et on ne trouve plus alors qu'une surface pétrie de minuscules impressions, comme de petits coups d'ongles.

Les traces des annélides Chétopodes, comme *Phyllodoce*, *Nereis*, *Syllis*, *Glycera*, *Hermione*, sont en revanche des plus fragiles.

J'accorde que les *Crossochorda* ont pu être des pistes de crustacés Amphipodes ou Isopodes, mais c'est tout. — Je n'ai rien vu, en effet, qui autorise à admettre l'existence de pistes aussi complexes que le sont les réseaux des Bilobites. Les pistes les plus compliquées sont le fait des Idothées (crustacés Isopodes) et des annélides dont les cirres dorsaux sont lamelleux ; mais on n'observe jamais qu'un espace médian creux en forme de sillon et des courbes simples et égales qui se succèdent sur les côtés. Il y a loin de là à des ramifications de stries obliques, fréquemment repliées et sinueuses, de manière à former un réseau. Je nie « absolument » la possibilité d'une semblable trace ; du reste rien ne l'indique non plus dans le mémoire de M. Nathorst.

En second lieu, les traces laissées par des annélides sédentaires à longs cirres tentaculaires, telles que les Térébellides, sont bien celles qui ressemblent le plus aux Chondritées. Mais s'il y a quelques *Chondrites* faux, c'est l'exception. Les trous des annélides partent le plus souvent en rayonnant d'un centre et, s'il y a des apparences de ramification, c'est par superposition de deux tentacules ou déplacement du même organe. De cette façon on obtient toujours des apparences particulières, répondant à des tiges ondulées et à peine ramifiées. — Les vrais *Chondrites* à rameaux si complexes et si nettement subdivisés sont tout autre chose.

I

GROUPE DES FLORIDÉES

1. — Type des **Delesseria**.

Delesseria parisiensis, Wat.; Sap. et Mar., *Év. du règne végétal. Cryptogames*, p. 103, fig. 35.
Delesseria Reichii, Schimp., *Traité de Pal. vég.*, t. I, p. 178.

(Pl. I, fig. 1-2.)

Les Algues dont il sera question dans ce premier paragraphe n'avaient ni assez d'épaisseur ni assez de fermeté pour donner lieu à des moules creux ou à une reproduction en demi-relief. Sur les empreintes qu'elles ont laissées, la substance du thalle comprimé, mais présentant à l'état vivant une certaine consistance, est demeurée visible à plusieurs endroits et se discerne par une coloration un peu différente de celle du reste de la plaque. Le mode de fossilisation ne diffère donc réellement pas ici de celui qui caractérise la plupart des feuilles fossiles de Phanérogames, et la détermination des espèces est d'autant plus sûre que l'absence de nervures vraies et d'un réseau veineux, la transparence et la finesse du tissu végétal servent à diriger l'analogie.

Je croirais faire injure au sens phytologique d'un grand nombre de savants autorisés, parmi lesquels Brongniart, Unger et Schimper figurent au premier rang, si je m'efforçais de prouver l'existence du genre *Delesseria* Lamx. dans l'éocène de Monte-Bolca. Les *Delesseria Gazzolana* Schimp. et *Agardhiana* Schimp. représentent certainement dans la flore de ce dépôt célèbre le type spécifique du *Delesseria sanguinea* Lamx. des côtes de la Manche.

L'attribution à ce même genre du *Delesseria parisiensis* Wat., dont j'ai figuré, de concert avec M. Marion, un échantillon provenant des collections de la Sorbonne ne saurait entraîner plus d'incertitude. La forme, la consistance, la délicatesse du tissu et les plus petits détails de la fronde dénotent dans cette espèce une algue contemporaine et en même temps congénère de celles de Monte-Bolca. Seulement, tandis que ces dernières rappellent le *D. sanguinea*, celle du calcaire grossier parisien se rapproche sensiblement du *Delesseria ruscifolia* Lamx.

Bien qu'il m'ait paru inutile de reproduire ici le *Delesseria parisiensis*, figuré une première fois dans l'ouvrage de M. Watelet et dernièrement par M. Marion

et moi, dans l'*Évolution des Cryptogames* (1), j'ai tenu pourtant à faire ressortir un phénomène dont cette espèce offre l'exemple et que nous allons voir se confirmer dans une foule d'autres. Je veux parler de la grande taille relative que l'on doit attribuer à la plupart des Algues fossiles, lorsqu'on est amené à les comparer à leurs proches homologues des mers actuelles. Ainsi, la figure 4, pl. I, représente la partie d'une fronde de *Delesseria ruscifolia* Lamx., à laquelle correspond trait pour trait le fragment de *D. parisiensis* que nous avons figuré, en suppléant ce qui manque à ce fragment, c'est-à-dire sa terminaison supérieure (2). Ainsi complété, celui-ci atteint une longueur d'environ 20 centimètres, tandis que le segment du *D. ruscifolia*, figuré ici sous un grossissement d'environ sept fois le diamètre, ne mesure pas même un décimètre. Selon toute probabilité, le *Delesserites parisiensis* avait donc des frondes quatorze fois plus grandes, dans toutes leurs proportions, que celles du *D. ruscifolia.*

Il en était à peu près de même d'un *Delesseria* beaucoup plus ancien que ceux qui viennent d'être signalés et surtout remarquable par son étroite analogie avec l'une des formes vivantes les mieux caractérisées. Je veux parler du *Delesseria Reichii* Schimp. (*Halyserites Reichii* Sternb.), du grès vert de Niederschœna en Saxe, dont la présence suffit, tellement l'espèce est sûrement déterminée, pour reculer jusqu'au delà de la craie moyenne la date de la diffusion des Floridées, dans les mers européennes. Cette date se trouve dès lors reportée plus loin que l'époque approximativement indiquée dans l'*Évolution des Cryptogames* (p. 102), où nous la faisions coïncider avec la craie de Maëstricht. Elle pourra redescendre encore ; il me suffit de faire observer qu'en l'état actuel des connaissances, elle s'arrête au cénomanien et que, par conséquent, l'étage qui renferme en Europe les plus anciennes traces de Dicotylées est aussi celui qui fournit l'exemple des premières Floridées.

Les figures 1 et 2, pl. I, représentent deux fragments détachés d'une fronde du *Delesseria Reichii* (3). La disposition si remarquable et si distinctive qu'offrent les segments de cette fronde, accompagnés d'une bordure échancrée à l'intérieur, vers les bifurcations de la côte médiane, et décurrente le long du bord extérieur de cette côte, cette disposition se retrouve fidèlement et identiquement reproduite dans les frondes du *Delesseria alata* Lamx., des plages de l'Océan ; de telle sorte qu'il est impossible de révoquer en doute l'attribution de l'espèce de Niederschœna, en même temps que son affinité avec la forme vivante actuelle. Seulement, celle-ci dont je figure un fragment détaché, pl. I, fig. 3, comme

(1) Voy. l'*Évolution des Cryptogames*, p. 103, fig. 35 (*Bibliothèque scientif. internat.*, t. XXXIX).

(2) Il convient d'observer que la figure 35 de l'*Évolution des Cryptogames* est réduite au moins de moitié.

(3) D'après un échantillon du Muséum de Paris que mon ami M. B. Renault a bien voulu me communiquer.

terme de comparaison, sous un grossissement de quatre fois le diamètre, est environ « huit fois » plus petite que sa congénère de la craie saxonne. Dès que l'on consent à faire abstraction de la taille, on constate que tout est pareil des deux parts ; les derniers lobes, que laisse voir le fragment, fig. 2, étaient cependant un peu plus élancés et atténués au sommet, dans l'espèce fossile, que dans celle de nos jours. Cette différence, si peu accentuée qu'elle soit, est cependant la seule qu'un œil exercé puisse raisonnablement signaler entre deux espèces séparées pourtant par un aussi long intervalle.

Ainsi, en résumé, sans sortir du genre *Delesseria*, j'ai pu établir, à l'aide des espèces fossiles, légitimement déterminées, qu'il comprend : 1° l'étroite analogie de ces espèces, même de la plus ancienne, avec leurs congénères des mers actuelles ; 2° leur grande taille relative lorsqu'on rapproche les fossiles de leurs homologues vivants ; 3° enfin, la présence certaine des Floridées dans les mers européennes, à l'époque de la craie moyenne.

2. — **Halymenites Arnaudi,** Sap. et Mar., *Évol. des Cryptog.*, p. 104, fig. 36.

Pl. I, fig. 5 ; II, fig. 1-2 et III, fig. 1 *a*.

Gelidium anceps, Sap. Pl. III, fig. 1-6.

Il faut maintenant revenir en arrière pour reprendre et analyser un autre type de Floridée, figuré par M. Marion et moi, fig. 36 de l'*Évolution des Cryptogames*, et dont les caractères n'ont prêté à la controverse que par l'unique cause de l'insuffisance de la gravure intercalée dans le texte. L'affirmation des auteurs aurait pourtant mérité plus de créance : en choisissant l'*Halymenites Arnaudi* comme un exemple éclatant de Floridée tertiaire, ils ne s'aventuraient pas sans être en possession de preuves que je vais maintenant exposer, en m'aidant des figures 5, pl. I ; 1 et 2, pl. II ; 1 *a*, pl. III, qui reproduisent les principaux échantillons de l'Algue recueillie à Bonnieux par mon collègue et ami M. Émile Arnaud, géologue bien connu.

Le dépôt de Bonnieux, non loin d'Apt (Vaucluse), a de quoi fixer l'attention et par les fossiles qu'il renferme et aussi par suite des particularités stratigraphiques qui le distinguent. — Ce sont des schistes rubanés sur la tranche, par la succession répétée et l'alternance de feuillets blancs et gris. Les lits se décomposent sur un point en schistes papyracés et font visiblement partie d'une formation d'eau douce. Ils ont fourni des poissons décrits par M. Sauvage, quelques insectes

et un certain nombre de plantes, parmi lesquelles il convient de citer le *Zamites epibius* Sap., cette Cycadée tertiaire qui retrace fidèlement les caractères des *Zamites* jurassiques. Ces mêmes lits, également lisérés sur la tranche et séparables en minces feuillets, reparaissent plus loin à l'extrémité orientale du bassin d'Apt, toujours sur le flanc nord du Léberon, à Ceyreste, où les fouilles intelligentes de M. Goret ont permis de recueillir une riche série d'oiseaux, de poissons, d'insectes et de plantes. Celles-ci sont des plus variées et d'une remarquable conservation. On remarque parmi les espèces caractéristiques le *Lygodium Gaudini* Hr., le *Libocedrus salicornioides* Hr., le *Callitris Brongniartii* Endl., plusieurs Myricées, Rhamnées, Mimosées, etc. Ces plantes accusent incontestablement la base du miocène, probablement l'aquitanien inférieur. A Bonnieux où je fais retour, immédiatement au-dessus des plaquettes aquitaniennes, la formation devient marneuse, puis marno-sableuse; sa structure feuilletée s'altère insensiblement, comme si de nouveaux éléments de sédimentation étaient venus s'ajouter aux précédents, entraînés par des eaux plus troubles et plus chargées. La roche passe supérieurement à une assise marneuse que couronne enfin la mollasse marine à peignes et à huîtres. En apparence, la transition entre les deux formations, schisteuse et lacustre dans le bas, marine et marneuse dans le haut, s'opère d'une façon graduée; on est conduit pourtant, par l'examen des groupes lacustres remarquablement puissants des vallées d'Apt et de Manosque, à une autre conclusion. Ces groupes, très complexes là où rien ne vient interrompre la continuité de leurs étages superposés, font voir que la mer de mollasse n'a dû s'introduire que bien postérieurement à l'âge auquel correspondent les schistes avec poissons, insectes et plantes de Bonnieux et de Ceyreste. La concordance, si intime qu'elle paraisse, entre les schistes aquitaniens et les lits marins qui les recouvrent est plus apparente que réelle; il faut placer nécessairement entre eux une lacune correspondant au groupe entier des lignites de Manosque, aux grès et marnes versicolores qui surmontent celui-ci et finalement à la zone à limnées, qui couronne tout le système. C'est seulement après le dépôt de la zone à limnées que la mer où vivait l'*Ostrea longirostris* fit invasion au centre de la région provençale, et cette invasion qui procédait de l'ouest dut commencer par Bonnieux dont les lits, conservant leur parfaite horizontalité, reçurent les premiers sédiments marins disposés en plaques séparables, formées d'un limon marneux grisâtre et d'une marne sableuse jaunâtre entremêlés.

C'est dans ces plaques que M. E. Arnaud a recueilli, en très beaux exemplaires, l'*Halymenites* qui porte son nom. Cette Algue devait abonder sur ce point puisque les plaques sont couvertes de ses débris sur les deux faces; il est visible également qu'elle était de grande taille, puisqu'une seule des empreintes,

pl. III, fig. 1, se montre terminée, au moins inférieurement. La plus grande des plaques recueillies, pl. II, fig. 1, sur une longueur de près de 30 centimètres, ne laisse voir que la terminaison supérieure d'une plante dont la base se prolongeait encore au delà. Les frondes de l'*Halymenites Arnaudi* s'étalaient au loin en donnant lieu à des segments capricieusement découpés. Cette circonstance, ainsi que l'exécution relativement grossière de la figure donnée dans l'*Évolution des Cryptogames* (fig. 35, p. 104), ont pu faire croire à une erreur qui aurait consisté à confondre avec une Algue des linéaments dus au hasard. Pourtant c'est bien réellement une plante marine que M. Arnaud a découverte à Bonnieux; il est facile de l'établir d'une façon indiscutable.

D'abord, il s'agit bien certainement d'une empreinte, et non seulement le manque de profondeur de cette empreinte dénote une plante mince, comprimée, dépourvue de nervures et de parties différenciées, ce qui convient parfaitement à une Algue, mais des traces de substance végétale sont encore visibles sur plusieurs points. Ces traces ont eu pour effet de colorer en brun certaines parties, spécialement le côté gauche de la fig. 1, pl. II, et toute la figure 5, pl. I. — Mais la preuve principale et la plus évidente que l'on a bien affaire à une Algue consiste dans la présence répétée d'un Bryozoaire vivant en parasite sur l'ancienne fronde et dont les colonies sont nettement visibles. J'ai eu soin de soumettre ce Bryozoaire à l'examen de mon ami et collaborateur le professeur Marion, compétent en qualité de zoologiste pour le déterminer, et j'ai obtenu de lui une figure de l'exemplaire principal (pl. I, fig. 5 *a*) sur lequel la zoécie affecte la forme d'une plaque largement triangulaire ou en forme d'éventail, étroitement appliquée contre le thalle et composée de nombreuses séries divergentes de cellules accolées, dans un état de conservation qui ne laisse rien à désirer. Cette circonstance permet de définir l'espèce sans hésitation ; d'après M. Marion, elle représente un *Membranipora* à peine distinct des *Membranipora membranacea* (1) et *pilosa* qui vivent maintenant en colonies parasitaires sur une foule d'Algues, entre autres sur le *Rhodymenia* (*Halymenia*) *palmetta* Grev., l'*Halymenia lacerata* Dub., sur plusieurs *Delesseria*, *Fucus*, *Laminaria* et sur les zostères. La figure grossie 5^a, pl. I, due à M. Marion, représente bien l'aspect de la principale des zoécies de ce Bryozoaire, auquel je donnerai le nom de *Membranipora Marioni*. Sur un autre segment, figuré pl. II, fig. 2, sous un grossissement de $2\ ^1/_2$ diamètres, j'ai observé une autre zoécie de ce même Bryozoaire dont les cellules ont moins de

(1) D'après des échantillons en très bon état et parfaitement déterminés de ces deux *Membranipora* dont je dois la communication à M. Albert Gaudry, c'est surtout au *Membranipora membranacea* que l'espèce fossile devrait être comparée. Il serait même difficile de signaler quelque différence qui pût servir à distinguer celle-ci de son homologue tertiaire. M. Perrier, qui s'est employé à cet envoi, ainsi que M. de Rochebrune, ont également droit à mes remerciements.

saillie et se montrent sous l'apparence de cavités séparées par de minces bourrelets commissuraux (fig. 2 *a*, pl. II). J'ai reconnu des traces à peu près semblables sur des frondes de *Rhodymenia* à des endroits où avaient adhéré d'anciennes colonies de *Membranipora*, laissant après leur chute l'empreinte d'une sorte de réseau à la surface du thalle.

Il est donc certain que l'on a ici sous les yeux une Algue véritable d'une admirable conservation, et dont il est possible d'observer tous les caractères extérieurs, sans avoir, il est vrai, la faculté de recourir à ceux qui dépendent de l'analyse microscopique. — La fronde de l'*Halymenites Arnaudi* était plane, comprimée, lisse, étalée en forme de ruban sinué, capricieusement découpée, le long des bords, en lobes et lobules et partagée en ramifications de second et de troisième ordre toujours dirigées dans le même plan, mais donnant lieu assez fréquemment à des segments oblongs ou lancéolés-linéaires, découpés en dents ou lobules marginaux, suivant un ordre régulier dont la symétrie est aisée à saisir. —

La planche II, fig. 1, représente la plus grande partie d'un échantillon de cette espèce qui, malgré une longueur totale de 25 à 30 centimètres, ne laisse cependant pas voir sa terminaison inférieure. Si l'on néglige les fragments isolés, groupés sans ordre autour du principal, on reconnaît que celui-ci se compose de deux segments juxtaposés et sans doute combinés entre eux, qui s'élancent en se subdivisant plusieurs fois, de façon à se terminer supérieurement par des lobes allongés, étroitement lancéolés, obtus au sommet, et découpés en lobules le long de la marge. La ramification située à gauche de la figure témoigne encore par une coloration brune, parfois très intense, de la présence des résidus de la substance végétale.

La figure 1, pl. III, reproduit la contre-empreinte de l'échantillon représenté p. 104 de l'*Évolution des Cryptogames*. On voit bien que les contours sont identiques des deux parts, mais seulement disposés en sens inverse et sans réduction des dimensions de l'original. Cet échantillon offre la terminaison inférieure d'une fronde, terminaison qui ressemble effectivement beaucoup à celle de la partie correspondante des *Halymenia* et *Rhodymenia*. Les segments latéraux, lancéolés et découpés en lobules marginaux, sont ici très nettement visibles ; seulement on distingue sur le côté droit un second thalle à subdivisions plus menues et plus nombreuses, que j'avais cru d'abord avoir appartenu à titre d'appendice à la fronde principale. Mon opinion était basée sur le dimorphisme fréquent de certaines Algues. On peut l'observer fréquemment chez l'*Halymenia* (*Rhodymenia*) *Gmelini* Dub., et récemment M. le professeur Marion vient de le remarquer sur une fronde du *Thamnocarpus Mertensii*, des mers d'Australie, type voisin de celui des *Thamnophora* dont je vais parler. Selon M. Marion, cette sorte de dimor-

phisme, qui consiste dans l'association de segments plus grêles, « gigartiniformes », aux segments normaux, serait plus spécialement propre aux frondes stériles de certaines Algues actuelles et pourrait avoir caractérisé également l'*Halymenites Arnaudi*. Cependant, en y regardant de près, j'ai constaté dernièrement que la ramification *b* de la figure 5 était sans connexion directe avec le segment *a* ou segment principal de cette même figure, qu'il paraissait posé fortuitement à côté de celui-ci et montrait une base nettement terminée. Je le décrirai donc à part un peu plus loin.

En même temps que ces échantillons et plusieurs encore que je néglige faute d'espace, M. Arnaud en a recueilli un autre qu'il m'a communiqué en dernier lieu et dont j'ai déjà parlé à raison du Bryozoaire dont il porte les traces. M. Marion a exécuté à mon intention le dessin que reproduit la figure 5, pl. I ; il est surtout destiné à rendre l'aspect de l'empreinte dont la coloration foncée est due à la persistance de la substance végétale. On distingue même plus d'intensité et par conséquent une plus grande épaisseur relative sur le milieu des segments qui doivent avoir été en s'amincissant vers la marge ; cette trace médiane bien visible simule une sorte de fausse nervure et constitue un caractère qui devait être mentionné. Les segments latéraux de l'échantillon, au moins trois d'entre eux, sur la gauche, sont découpés en lobules eux-mêmes lobulés qui, par l'intensité de la teinte dont ils sont revêtus, semblent marquer l'emplacement d'organes reproducteurs qui auraient été accumulés sur ces points en amas ou sores ; mais il est impossible d'aller au-delà et d'en préciser les détails.

C'est très légitimement que, de concert avec M. le professeur Marion, j'ai nommé cette Algue fossile *Halymenites Arnaudi*. En effet, elle rappelle par son aspect, la structure apparente et le mode de ramification de sa fronde, plusieurs *Halymenia :* je citerai spécialement l'*Halymenia ciliata* Lamx., l'*H. punctata* Dub. représenté pl. III, fig. 7, enfin l'*H. floresia* Ag., de la mer Rouge, si l'on a soin d'agrandir les subdivisions du thalle de celui-ci. Parmi les *Rhodymenia*, c'est en grossissant les segments du *Rh. implexa* que l'on obtiendrait des éléments de comparaison ; mais ces points analogiques ne sont pas les seuls, et en cherchant à les préciser, il m'a paru tout récemment qu'il existait un rapport réellement frappant entre l'*Halymenites Arnaudi* et le *Thamnophora corallorhiza* Ag., des mers du Cap, dont la fronde reproduit avec une rare fidélité les caractères de l'espèce de Bonnieux. — La fronde de ce *Thamnophora* est effectivement comprimée-cartilagineuse, munie de subdivisions émises dans le même plan et d'un renflement longitudinal parfois assez sensible, qui imite l'aspect d'une côte médiane; de plus, cette fronde présente des sinuosités, des lobules et des dentelures le long des segments secondaires.

Le *Thamnophora*, comme le nom l'indique, porte des fructifications en forme

de petites boules pédicellées et agglomérées au fond des échancrures ou vers le sommet des lobules du thalle, d'après une disposition qui semblerait avoir existé aussi sur celui des segments de l'Algue fossile qui paraît pourvu de fructifications. Ce rapprochement a donc pour lui beaucoup de vraisemblance, sans que l'on puisse pourtant en affirmer la réalité. Quoi qu'il en soit, j'ai eu soin de figurer comme terme de comparaison, pl. III, fig. 2, un segment de *Thamnophora*, grossi deux fois, afin de rendre l'analogie encore plus sensible. En effet, l'*Halymenites Arnaudi* est plus grand dans toutes ses parties que l'espèce actuelle des mers australes. De plus, comme pour ajouter à la vraisemblance de cette liaison présumée, le segment de *Thamnophora* que je figure présente une petite zoécie de *Membranipora* (probabl. *M. ciliata*), qui diffère assez peu de celle de l'échantillon fossile et dont la présence est un indice de plus de l'affinité que je viens d'indiquer. La figure 2[a], pl. III, représente cette colonie de *Membranipora* notablement grossie pour faire voir les différences respectives des deux zoécies, différences qui ne sont peut-être qu'accidentelles, puisque dans la nature actuelle ces sortes de colonies prennent plus ou moins d'extension selon les cas, jusqu'à recouvrir parfois la plante tout entière d'un réseau membraneux et transparent.

Je veux maintenant dire quelques mots de la seconde des deux Algues de Bonnieux, de celle dont le thalle accidentellement projeté sur le côté droit de l'échantillon fig. 5 (en *b*) m'avait paru d'abord n'en être qu'un prolongement ramifié. En réalité, cette Algue constitue, à ce qu'il me paraît maintenant, une espèce à part que le hasard seul aurait couchée sur la même plaque que la première. Je m'en suis assuré en dégageant le pied de l'empreinte 5[b], au point où il rejoint la marge de l'échantillon d'*Halymenites* qu'il échancre légèrement. A partir de cette base, le thalle s'élève latéralement et se prolonge en se ramifiant à droite et à gauche par un mouvement alternatif. Les ramules subdivisés eux-mêmes en ramuscules se terminent généralement par deux segments inégaux, atténués en pointe et plus ou moins divariqués, de même que les ramifications principales. Toutes les ramifications de divers ordres sont linéaires, plus ou moins comprimées et fort étroites, si on les compare surtout à celles de l'*Halymenites*. On voit qu'il n'y a au fond presque rien de commun entre les deux formes.

Je remarquerai avant tout que si une empreinte semblable provenait de l'un des étages du terrain secondaire, on lui appliquerait immédiatement la dénomination de *Chondrites* et, comme il s'agit ici d'une Algue incontestable, on ne voit pas sur quoi on se baserait pour dénier la même qualité à toute espèce jurassique ou crétacée, revêtue d'un aspect identique. — Ainsi, le *Chondrites distans* Hr., du Jura (1),

(1) *Fl. foss. Helv.*, tab. 50, fig. 4.

le *Chondrites Garnieri* Sap. (1), le *Chondrites æmulus* Hr. (2), n'ont rien qui s'oppose à un rapprochement basé, il est vrai, sur la seule apparence extérieure, mais qui implique pourtant et justifie une commune attribution à la classe des Thalassophytes.

Comme à l'époque, relativement récente, à laquelle remontent les dépôts marins de Bonnieux, la présence des genres actuels d'Algues n'a rien que de vraisemblable, j'ai recherché avec soin le rapprochement le plus naturel à établir entre ce *Chondrites* miocène et les types encore vivants au sein de nos mers. Il m'a paru que l'analogie était des plus étroites et particulièrement frappante avec le *Gelidium coronopifolium* Lamx., dont je reproduis ici, pl. III, fig. 3, une portion de thalle « grossie deux fois », comme terme de comparaison avec la plante fossile. Celle-ci, malgré cette amplification, est encore plus forte dans toutes ses parties que l'espèce moderne, dont elle a dû offrir l'aspect sous des dimensions triples au moins. Je la désignerai sous le nom de *Gelidium anceps*. Il est difficile de dire en effet si nous avons sous les yeux une race entièrement disparue ou une forme ancestrale dont le *Gelidium coronopifolium* ne serait qu'un rejeton amoindri, ou bien encore si tout ne se réduirait pas à un simple cas de dimorphisme.

(1) *Fl. Foss. Helv.*, tab. 41, fig. 24.
(2) *Ibid.*, tab. 41, fig. 11.

II

Type du SPHÆROCOCCITES LICHENOIDES, Sap., *Vég. jur.*, I, p. 205. Pl. XXV, fig. 3.

Lithothamnites Croizieri, Sap. (Pl. I, fig. 6.)

M. Nathorst, dans la partie de son mémoire où il discute la vraie nature des Chondritées, se trouve porté par l'exagération de son point de vue à ne considérer comme de vraies Algues que celles de ces plantes dont l'empreinte a conservé des traces de substance végétale (1); mais c'est évidemment, je l'ai déjà observé, un criterium trompeur : les végétaux ont affecté plusieurs modes de fossilisation et, dans bien des cas, l'ancien organe après sa destruction n'a donné lieu qu'à un moule de sa surface. Le moule ainsi formé constitue un vide plus ou moins profond, selon la dimension ou l'épaisseur du végétal moulé. S'il s'agit d'un organe ligneux très dense ou imprégné de résine, comme le fruit des Conifères, il persiste ordinairement un noyau ou résidu charbonneux qui se retrouve au fond du moule; mais cette particularité est loin d'être générale et le moule demeuré vide peut persister dans cet état, si la roche encaissante est devenue solide et imperméable, ou se remplir d'une substance variable, pulvérulente ou cristalline, dure ou tendre, qui tient la place du végétal disparu et en reproduit la forme extérieure sans en présenter l'organisation. Dans d'autres cas, comme je l'ai expliqué plus haut, il se produit une pression des lits supérieurs; le sédiment en voie de dépôt descend dans le moule au fur et à mesure de la décomposition du végétal et remplace celui-ci en se moulant contre la paroi inférieure de l'empreinte qu'il a laissée. C'est alors une fossilisation en demi-

(1) Dans la traduction française du Mémoire de M. Nathorst, qui vient de paraître à Stockholm (nov. 1882), avec des additions, l'auteur, s'appuyant sur de récentes communications du prof. Th. Fuchs, de Vienne, va jusqu'à révoquer en doute l'origine végétale de toutes les Chondritées, même de celles dont la coloration noire lui avait paru révéler des vestiges de résidus charbonneux. Il inclinerait maintenant à considérer la totalité de ces Algues, y compris celles du Flychs, comme répondant à des trous de vers qui auraient fouillé la vase en tout sens, de telle sorte que la teinte noire du remplissage proviendrait « ou de sédiment cimenté par une excrétion ou des excréments du ver ». — Il est réellement impossible de suivre M. Nathorst sur ce nouveau terrain, toute détermination d'un fossile végétal étant exposée à se trouver remise en question, si l'on tient compte de pareils arguments. Je répète donc que la persistance de résidus charbonneux ou d'une coloration noirâtre ne constitue par elle-même qu'une présomption et qu'elle est sujette à des variations et à des altérations de tout genre. Les résidus, de même que le test des coquilles, ont pu et dû changer de nature et subir des transformations, quand ils n'ont pas totalement disparu, ce qui est le cas le plus ordinaire, dès qu'il ne s'agit pas de lits de combustibles. S'attacher à de pareils indices et vouloir qu'ils soient exclusivement invoqués à l'appui de toute attribution au règne végétal, équivaudrait à l'abandon à peu près absolu de la science des plantes fossiles. (Voyez *Trad. abrégée du texte suédois et des additions de l'auteur*, par F. Schulthess, p. 94-96.)

relief, sur laquelle je reviendrai plus d'une fois. Les moules creux et vides ne sont pas moins naturels dans certaines circonstances déterminées et les Algues spécialement ont dû leur conservation à ce moyen lorsque, emprisonnées encore debout ou inclinées dans une roche en voie de formation, rapidement consolidée, elles étaient elles-mêmes assez fermes et assez résistantes pour se prêter à un moulage exact de leur superficie. Ce doit être effectivement le cas des Algues cartilagineuses, comme le sont les *Chondrus*, *Gelidium* et *Sphærococcus* de l'ordre actuel, encore plus les Algues incrustantes, Nulliporées et Lithothamniées. On conçoit que ces plantes ou d'autres ayant leur port rigide aient eu la facilité de demeurer verticales au sein d'une assise en voie de formation. L'assise une fois constituée, la plante enveloppée a dû se détruire en faisant place à un moule, et maintenant si l'on partage la roche dans le sens de ce moule et que l'on applique sur lui une substance plastique on obtiendra l'exacte reproduction du relief primitif de l'organe fossile.

Ces réflexions étaient indispensables au moment de signaler un type des plus curieux, plus incertain que les précédents comme attribution à un groupe déterminé, mais qui me semble avoir appartenu à un genre allié de plus ou moins près aux Lithothamniées, spécial aux mers secondaires. —

J'ai figuré dans la flore jurassique (1) une espèce appartenant à ce type sous le nom de *Sphærococcites lichenoides*, d'après le moule d'une empreinte creuse communiquée par M. Terquem et provenant du corallien de Verdun. L'échantillon consiste dans l'extrémité supérieure d'un thalle comprimé, mais épais et solide, dont les segments allongés, sinués et lobulés sur les bords, dilatés et renflés par places, présentent une terminaison obtuse, noduleuse et comme épaissie à l'extrême sommet des subdivisions principales et secondaires. La superficie est visiblement parsemée de fines ponctuations granulées.

Le nom générique de *Sphærococcites* s'appliquait assez bien à cette plante, ainsi que le fait voir une portion très grossie du *Sphærococcus coronopifolius* Ag., des mers d'Europe (pl. III, fig. 6), et une autre du *Sphærococcus cartilagineus* (pl. III, fig. 5), des mers du Cap, figurées ici comme terme de comparaison. Le dernier exemple surtout montre bien comment par le grossissement des parties du thalle des formes vivantes on peut être amené à constater des analogies d'aspect entre ces formes et celles que l'on découvre à l'état fossile.

Je crois pourtant plus naturel de reconnaître dans le type oolithique dont il est question l'empreinte d'une Lithothamniée qui ne différerait de celles de nos

(1) *Paléont. française*, 2e série, *Vég.*, I, p. 205, pl. XXV, fig. 3.

jours que par sa grande taille et par la conformation de son thalle élancé et ramifié, au lieu d'affecter l'apparence en gazon court ou en coussinet que présentent les thalles des *Lithothamnium* actuels et des espèces tertiaires, attribuées à ce même genre. J'ai fait ressortir la grande dimension relative de la plupart des Algues fossiles rapprochées de leurs homologues vivants. Il a pu en être ainsi des Lithothamniées et les mers jurassiques en ont peut-être renfermé qui seraient des géants, comparées aux formes qui peuplent de nos jours les mers chaudes, mais offrant la même structure caractéristique. C'est ce que semble démontrer le bel échantillon que je figure ici (pl. I, fig. 6), sous le nom de *Lithothamnites Croizieri* et qui reproduit le moule en relief d'une empreinte creuse, dirigée dans le sens vertical, extraite par M. Louis Croizier d'une assise sous-oxfordienne, exploitée comme carrière à La Rochefoucauld (Charente). Cette empreinte, dans le sens naturel du mot, m'a été communiquée avec une parfaite obligeance par M. Croizier sur les indications de M. de Lapparent. La situation verticale a été vérifiée avec le plus grand soin et c'est d'après un moule en argile de la cavité sinueuse qui constitue l'échantillon que j'ai dessiné la figure de la planche I, qui donne une idée fort exacte de l'aspect originaire de cette élégante espèce.

On reconnaît la partie supérieure de deux segments dépendant sans doute d'une même fronde, mais ne se joignant pas inférieurement, l'un plus court, l'autre beaucoup plus haut, tous deux ayant le même aspect et le même mode de subdivision. Le thalle était érigé, solide, à la fois comprimé et cependant convexe sur la face visible, découpé le long des bords par des sinuosités capricieuses, bien qu'elles n'aient rien de plus irrégulier que celles des frondes du *Sphærococcus cartilagineus* reproduites pl. III, fig. 5. Ce sont de part et d'autre des lobes et des lobules coudés, donnant lieu à des appendices courts ou à de simples découpures le long de la marge ; ce sont enfin des renflements et des bosselures qui occupent le plus souvent le sommet des appendices et servent de terminaison aux dernières partitions de la fronde. — Le segment principal se scinde vers son milieu en trois ramifications qui sortent d'une partie dilatée en un disque irrégulier. Les deux supérieures se prolongent en se subdivisant à leur tour et les derniers ramules se terminent par des lobes obtus au sommet, irrégulièrement échancrés et sinués. On distingue sur le thalle des ponctuations très fines qui communiquent un aspect chagriné et granulé au tissu superficiel.

Si l'on fait abstraction des dimensions beaucoup plus élevées et de la conformation érigée de la fronde, on restera frappé de l'analogie de structure qui rattache l'espèce fossile aux Lithothamniées en général. Le mode de ramification, l'aspect noduleux, la direction angulo-sinueuse des subdivisions offrent des deux parts une étroite ressemblance, et la structure finement ponctuée de la surface,

parsemée de pores difficiles à distinguer à l'œil nu, se retrouve dans l'espèce sous-oxfordienne aussi bien que dans le *Sphærococcites lichenoïdes* du corallien de Verdun, conformément à ce que laissent voir les Lithothamniées actuelles.

Sans vouloir rien affirmer, en l'absence de toute possibilité d'examen de la structure intérieure, si caractéristique, il me paraît donc probable que le groupe des Lithothamniées, si répandu dans le tertiaire et signalé également dans la craie, avait des représentants jusque dans les mers jurassiques. Ces représentants, si nos conjectures ont quelque fondement, auraient été bien supérieurs par la taille et le rôle qui leur étaient attribués aux humbles formes des mers actuelles, d'autant plus multipliées, remarquons-le, et d'autant moins infimes que l'on pénètre plus avant au sein des régions chaudes de l'océan.

III

TYPE DES LAMINAIRES

Laminarites Lagrangei, Sap. et Mar., *Évol. des Cryptogames*, p. 101, fig. 34. (Pl. IV, fig. 1.)
Panescorsea glomerata, Sap. (Pl. V, fig. 1.)

Je quitte maintenant les Floridées ; après elles, je laisse encore les types qui, s'y rattachant d'une façon indirecte et douteuse, à l'exemple du précédent, en sont comme un dernier vestige au sein des mers jurassiques. L'Algue que je vais décrire est bien différente et se rapporte à une tout autre catégorie ; son attribution au groupe des Laminaires n'a rien de certain, il est vrai, bien qu'elle paraisse vraisemblable, mais ses caractères, sa taille gigantesque et les particularités de structure qui la distinguent méritent l'attention du monde savant, avec d'autant plus de raison que c'est en vain qu'on s'efforcerait de reconnaître en elle des traces d'animaux en marche. Le *Laminarites Lagrangei* dont nous n'avions pu figurer, M. Marion et moi, qu'un morceau insignifiant, n'a pas été excepté cependant de l'anathème général jeté par M. Nathorst sur les Algues fossiles de l'*Évolution des Cryptogames*.

La découverte de l'espèce est due à M. le docteur Lagrange, membre de la Société géologique de France, qui l'a trouvée dans les grès marneux infraliasiques, à pâte tendre, de Hortes (Haute-Marne). Des plaques entières étaient recouvertes par les lanières multipliées dont le phyllome de cette Algue était composé et qui se croisaient presque toujours, constituant ainsi deux ensembles superposés ; les échantillons ont été distribués libéralement par l'auteur de la découverte aux grandes collections de Paris, puis à moi. M. Lagrange a poussé le zèle désintéressé de la science jusqu'à extraire à mon intention des plaques d'une dimension exceptionnelle, qui m'ont été remises intactes. Elles mesuraient plus d'un mètre en tous sens ; cependant les lanières ou bandelettes, disposées parallèlement et à une assez faible distance les unes des autres, ne montraient de terminaison d'aucun côté, signe certain de la grandeur inusitée de la fronde dont elles faisaient partie. Certains détails se montrèrent avec évidence dès l'abord : ainsi, quelques-unes des bandelettes étaient subdivisées par dichotomie. Sur le petit échantillon figuré p. 101 de l'*Évolution des Cryptogames*, une d'elles présentait deux de ces dichotomies, ouvertes en sens inverse l'une de l'autre, particularité qui dénotait l'existence d'une boucle ou espace vide répondant à une perforation, peut-être même d'une soudure de certaines

bandelettes avec leurs plus proches voisines. En outre, le parallélisme constant des bandelettes dont la surface des plaques était recouverte sur une étendue considérable impliquait de soi leur connexion et leur dépendance mutuelle, suffisantes pour les retenir toutes à des distances régulières, étalées sur le même plan ; sans cela leur disposition devenait peu compréhensible. La difficulté provenait surtout de ce que d'autres bandelettes courant en sens contraire des premières paraissaient dans bien des cas représenter des rameaux émis à angle droit et constituaient une sorte de treillis à barreaux entremêlés, d'une nature réellement problématique.

Toutes ces bandelettes, il faut le remarquer, adhèrent à la partie inférieure des plaques de grès, par conséquent de l'assise dont les plaques ont été détachées. Examinées de près, elles ne répondent pas à une empreinte de l'ancien organe, mais elles représentent sa face inférieure moulée avec la faible convexité qui la caractérisait. — C'est donc là encore une fossilisation « en demi-relief » qui reproduit fidèlement l'un des côtés du fossile, tandis que l'autre se trouve incorporé à la substance même de la roche.

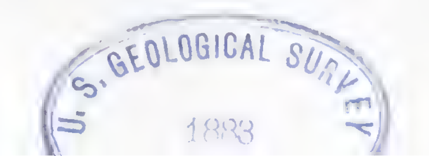
Il s'agissait avant tout de retrouver la vraie disposition de l'ancienne fronde. Un examen attentif me fit comprendre que par suite d'une particularité demeurée jusqu'à présent inconnue, mais tenant peut-être à la structure de l'Algue elle-même, deux ensembles distincts de bandelettes superposées, mais sans relation directe l'un avec l'autre, se trouvaient étalés à la surface des plaques. De cette façon, en décroûtant le plus superficiel de ces deux ensembles (par le fait le plus inférieur relativement au plan de l'assise), on devait découvrir et dégager entièrement l'autre, dont il serait dès lors facile de saisir les traits. Ce travail une fois exécuté, et la matière tendre dont le grès de Hortes est formé s'y prête heureusement, je constatai que les bandelettes étendues en long et en apparence strictement parallèles se rejoignaient toujours, seulement à des distances inégales, allant parfois au delà de 2 mètres. D'une façon ou d'autre, il devenait certain qu'elles se soudaient entre elles par des anastomoses de manière à circonscrire des espaces vides, étroits et longs, en forme de mailles, qui donnaient immédiatement l'idée d'un vaste réseau, imitant sur des proportions gigantesques celui des *Agarum* et *Thalassophyllum* de la nature actuelle, types qui se rangent parmi les Laminariées.

La figure de la planche IV représente un des plus grands échantillons de Hortes, réduit au sixième de sa grandeur naturelle. Elle donne une juste idée de ce que devait être le phyllome du *Laminarites Lagrangei*, dont elle ne reproduit pourtant qu'une très faible partie. D'après cet échantillon et un autre de même dimension, dont j'ai communiqué un dessin à l'Académie des sciences, les bandelettes ou lanières ont une largeur de 4 1/2 centimètres et sont séparées l'une de l'autre par des intervalles vides d'une largeur à peu près égale. Amincies vers les bords,

légèrement convexes et épaissies sur le milieu, ces bandelettes ont une marge faiblement sinueuse ; mais, outre ces sinuosités naturelles, on voit sur une foule de points qu'elles ne sont plus entières et que, soit accidentellement, soit par la morsure des animaux, elles ont été entamées et partiellement rongées. Les échancrures provenant de cette cause et entraînant la perte d'une partie du tissu végétal sont irrégulières et parfois très profondes. Sur quelques points plus rares, ce sont des cassures du grès qui ont amené l'interruption des bandelettes. Dans ce cas, j'ai indiqué par une double rangée de points le prolongement des contours, faciles à restituer. Ces lanières devaient être unies à la surface et cependant marquées de rides superficielles, comme dans les Laminariées actuelles dont les stries répondent assez ordinairement à des rangées de cellules ou à des séries de lacunes intérieures. La figure que je donne, pl. IV, montre des mailles ou ouvertures vides de plusieurs dimensions. Il en est de très petites, mesurant à peine un décimètre, sur leur plus grand diamètre ; d'autres n'ont que 25 à 30 centimètres ; mais ce sont là les moindres et leur étendue ordinaire, dans le sens vertical, atteint ou dépasse 1 mètre ; plusieurs allaient jusqu'à 2 mètres, et l'on conçoit que leur terminaison dans les deux sens nous échappe en dépit de la grandeur des échantillons recueillis par M. Lagrange. Il arrive donc que l'on ne rencontre que l'une des extrémités de l'ouverture ou que les lanières paraissent simplement juxtaposées sans apparence d'anastomoses ; de là, la subdivision par dichotomie que nous avions attribuée en premier lieu aux segments du phyllome de cette espèce. M. le professeur Marion et M. Kowalewski qui l'accompagnait ont pu vérifier avec moi l'exactitude des détails donnés ci-dessus. Non seulement l'aspect des lanières se trouve conforme à l'attribution proposée au groupe des Laminaires, mais la grande taille affectée par ces dernières au sein des mers actuelles ne fait que rendre plus probable l'existence d'une Laminariée aussi gigantesque dans les mers infraliasiques.

Des phyllomes ainsi conformés, avec des lanières larges de 4 à 5 centimètres, anastomosées en un réseau dont les mailles mesurent un à deux mètres de longueur en moyenne, pouvaient bien atteindre cinquante à soixante, peut-être même jusqu'à cent mètres. On conçoit que faute de pouvoir extraire et dégager les plaques qui ont gardé les traces en demi-relief de ces lanières, ces dimensions que l'analogie permet de concevoir demeureront toujours inconnues. Pour ce qui est de l'entre-croisement ou plutôt de la superposition de deux systèmes de lanières, la cause en est due peut-être à la structure même du phyllome, qui aurait été divisé en deux parties, tenant l'une à l'autre par le pied seulement.

Le type du *Laminarites Lagrangei*, maintenant bien connu, ne paraît pas avoir été entièrement isolé. Non seulement on peut en rapprocher une partie au moins des *Cylindrites* de Gœppert, mais il me paraît visible que, parmi les Algues du *Flora*



fossilis Helvetiæ de Heer, il en est certaines qui ne sont pas sans rapport avec l'espèce de Hortes. — Je citerai le *Cylindrites vermicularis*, du Jura de Ganei, peut-être encore le *Cylindrites Cartieri* Hr. (1), et enfin en dernier lieu l'*Helminthoida appendiculata* Hr. (2), dont les lanières ou funicules, sous des dimensions fort réduites, sont pourtant anastomosés en réseau, de manière à circonscrire de larges vides, cernés par des barreaux comparables à ceux du *Laminarites* infraliasique.

Le dernier de ces exemples devait être signalé comme étant l'indice de la présence de ce type amoindri jusque dans la mer du Flysch, c'est-à-dire sur l'horizon de l'éocène supérieur. Mais en remontant en arrière, par une marche opposée, plus loin que l'infralias, à la hauteur du permien récent ou permien rouge du Var, les psammites de cet étage m'ont fourni un échantillon remarquable, recueilli par M. Panescorse et dont l'attribution à un type voisin de celui du *Laminarites Lagrangei* semble fort probable; je le désignerai sous le nom de *Panescorsea glomerata.*

L'échantillon est une plaque de psammite ou schiste marneux micacé, dont les deux faces sont occupées dans leur totalité par deux empreintes ou moules, l'un en relief, l'autre en creux, disposés sur le même plan, mais dirigés en sens inverse l'un de l'autre, à l'exemple de ce qui a lieu pour le *Laminarites Lagrangei*. Seulement ici les bandelettes, plus sensiblement convexes, ne se trouvent séparées l'une de l'autre que par des sillons interposés, sans aucun intervalle vide, sauf sur un seul point où une petite ouverture semble avoir existé. Les bandes ondulées et contiguës qui composent le phyllome se divisent pourtant çà et là et de plus elles sont marquées dans le milieu par une dépression longitudinale très faible et cependant visible. Le côté creux ou disposé en forme d'empreinte, susceptible d'être moulé, est plus net que l'autre et fournit d'utiles renseignements sur un organisme aussi singulier.

La figure 1, planche V, donne cette partie, réduite de moitié et très exactement rendue, avec le relief et l'aspect originaires. On reconnaît des bandes sinueuses, étroitement accolées, relevées de bosselures et montrant à leur surface de légères dépressions, les unes transversales, les autres longitudinales, plus ou moins prononcées et communiquant à l'ensemble l'aspect d'une réunion de compartiments en forme de gaufrures. Il est vraiment impossible de voir là des traces d'animaux inférieurs, quelle que puisse être la manière de les concevoir; mais je ne voudrais pas non plus insister sur des rapprochements qui ne seraient basés sur rien. Un pareil type s'éloigne de tout ce que nous connaissons, bien que ces bandelettes convexes et accolées ne soient pas cependant dénuées d'analogie avec d'autres corps problématiques dont je parlerai plus loin pour en apprécier la nature. Je veux faire allusion aux *Arthrophycus*, aux *Fræna* et aux Bilobites même, si répandus dans le silurien.

(1) *Fl. foss. Helv.*, tab. 45, fig. 11-12-13.
(2) *Ibid.*, tab. 66, fig. 1a.

IV

GROUPE DES CHONDRITÉES

1. — Type des **Chondritées propres**; — genre Chondrites.

Chondrites bollensis,	Ziet., Sap., *Vég. jur.*, I, p. 167, pl. 14, fig. 1-2. (Pl. VI, fig. 1.)
Chondrites filicinus,	Sap., *Vég. jur.*, I, p. 174, pl. 17 et 18. (Pl. VI, fig. 4.)
Chondrites taxinus,	Sap., *Vég. jur.*, I, p. 172, pl. 24, fig. 5. (Pl. VI, fig. 3.)
Chondrites flabellaris,	Sap., *Vég. jur.*, I, p. 170, pl. 15, fig. 1-3. (Pl. VI, fig. 2.)
Chondrites robionensis,	Sap. et Mar., *Évol. des Cryptog.*, p. 94, fig. 30. (Pl. VI, fig. 5.)

En poursuivant l'étude rétrospective que j'ai en vue, je me trouve naturellement en présence de types d'Algues de moins en moins déterminables génériquement; c'est-à-dire que l'assimilation de ces types aux formes vivantes dont ils retracent les traits soulève une trop grande incertitude pour que l'on ose rien affirmer à leur égard. Il ne s'ensuit pas cependant qu'à raison de ces doutes on soit autorisé à les considérer comme rangés faussement parmi les plantes et, tout en prêtant à certaines erreurs que je suis loin de vouloir nier, il n'est pas de groupe moins entaché d'ambiguïté, au point de vue phytologique, ni dont la vraie nature ait été plus rigoureusement définie, que celui des Chondritées, considéré dans les espèces qui le représentent légitimement. On observe des Chondritées, au sens général qu'implique ce terme, dans les terrains les plus anciens, comme le prouvent les *Buthotrephis* de Hall et les empreintes siluriennes que je décris un peu plus loin. On les retrouve à tous les étages de la série secondaire ; elles reparaissent dans la craie de Bidard (1), et plus tard encore dans le Flysch où elles abondent en présentant en grande partie les mêmes formes spécifiques que dans la craie. M. Nathorst, reconnaissant que les *Chondrites* du Flysch ont laissé des traces de substance végétale (2), les admet comme étant de véritables Algues; mais alors pourquoi regarder comme des trous de vers ou des impressions de tentacules promenées sur la vase ceux des terrains antérieurs qui ne diffèrent pas des plus récents et qui paraissent même parfois spécifiquement identiques à ceux-ci? Il y a là une inconséquence que le savant suédois n'explique pas ;

(1) Voy. *Paléont. de Biarritz*, par le comte R. de Bouillé, p. 31, pl. 3, fig. 6-7.

(2) Dans la traduction française de son Mémoire, comme je l'ai remarqué plus haut, M. Nathorst revient sur ses premières réserves et rejette, comme étrangères au règne végétal, la totalité des Chondritées du Flysch et à plus forte raison celles de la craie. Il nous paraît pourtant à peu près impossible que son opinion ait chance d'être sérieusement accueillie, tellement elle soulève d'objections et de difficultés. Formulée d'une façon aussi tranchée, elle est évidemment moins admissible encore que lorsqu'elle se présentait sous des apparences moins exclusives.

pourtant, comme ses hypothèses peuvent bien expliquer la présence d'apparences phytiques, mais non de plantes vraies, ayant leur physionomie propre, leur ramification régulière et leurs caractères distinctifs, je vais examiner au point de vue de leur liaison intime avec le règne végétal quelques-unes des espèces précédemment signalées par moi, en choisissant celles qui m'inspirent le plus de confiance, bien qu'elles aient été controversées à l'égal des plus douteuses.

Un mot d'abord du mode de fossilisation des *Chondrites*. Ils couvrent parfois des feuillets entiers, et certains lits fissiles et presque charbonneux en sont comme pétris, non pas seulement dans le Flysch, et dans la craie de Bidard, mais ailleurs sur l'horizon de l'oxfordien, du lias supérieur et de l'infralias. Dans ces cas-là, M. Nathorst (du moins jusqu'à l'apparition de la version française de son Mémoire) était porté à reconnaître qu'on avait affaire à de vraies plantes; mais d'autres modes de fossilisation ont contribué à nous conserver des débris de *Chondrites* et ces procédés ont trop d'importance pour que nous négligions de les mentionner ici : le plus souvent, il y a eu remplissage à l'aide d'une substance calcaire ou calcaréo-marneuse, plus claire ou plus foncée que la masse de la roche, c'est-à-dire que la plante, recouverte et moulée par le sédiment en voie de formation, a donné lieu plus tard à un vide que la matière du remplissage a comblé à mesure que la roche se consolidait. Il existe encore des moules creux de *Chondrites*, c'est-à-dire des empreintes vides susceptibles d'être reproduites en relief à l'aide d'une matière plastique. Cette particularité démontre seulement que les *Chondrites* ou certains d'entre eux ont dû posséder des thalles formés de ramules fermes et cylindroïdes. Je n'ai pas encore observé de vrais *Chondrites* en demi-relief, mais la fossilisation en demi-relief a été surtout propre aux végétaux épais et résistants, couchés sur un fond de mer capable de se prêter à recevoir leur empreinte; il faut croire que les *Chondrites*, Algues généralement de petite taille, gazonnantes et peut-être fragiles ou facilement entraînées, auront été tantôt ensevelis sur place, tantôt charriés à l'état de débris et accumulés dans de minces lits schisteux. Mais que l'on admette l'une ou l'autre hypothèse et d'autres encore inutiles à mentionner, rien ne contredit l'attribution des *Chondrites* au règne végétal, faite par tant d'auteurs; les exceptions et les erreurs partielles ne servent ici qu'à confirmer la règle; plus on les examine avec attention, plus on reste convaincu qu'en s'y conformant on est dans le vrai.

Je prends d'abord le *Chondrites bollensis* Kurr, pl. VI, fig. 1, figuré avec le plus grand soin, d'après un échantillon très complet du lias supérieur de Ohmden, dans le Wurtemberg. La roche est une plaque mince de schiste marneux noirâtre dont les feuillets se trouvent recouverts d'innombrables empreintes d'une même espèce, dont les individus ramifiés atteignent parfois, selon Schimper, une hauteur de plus d'un pied. Ce sont de véritables empreintes présentant quelque profondeur

et dans lesquelles la substance végétale a été remplacée par une matière pulvérulente, blanchâtre et comme nacrée, qui se détache en clair sur le fond obscur des feuillets schisteux. Tout ici annonce une plante vraie : point d'agglomération confuse de filaments entremêlés, mais des ramules partant d'une tige simple dans le bas, ramifiée dans un ordre parfaitement régulier et dont les dernières subdivisions, toujours flexueuses, par leur sommité atténuée-obtuse et des sinuosités toujours semblables, marquent bien la présence d'une espèce unique, très nettement caractérisée.

La figure que je donne, il est facile de le vérifier, offre des traits distinctifs absolument identiques à ceux de la figure insérée par Schimper dans son *Handbuch der Palæontologie* (fig. 48); celle-ci est cependant un peu plus confuse que la mienne. J'ai tenu à montrer une plante ou du moins un segment de plante (1) à peu près entier. Combien peu elle ressemble aux informes linéaments reproduits par les figures du Mémoire de M. Nathorst (pl. 6 à 8), qui sont attribuées par cet auteur à des traces de *Goniada maculata* Oerst. Dans mon espèce, tout est net et marqué de cette symétrie dans l'ordre successif des ramifications qui caractérise une plante. Chaque subdivision, prise à part, n'a qu'une étendue limitée; mais, dans le *Chondrites bollensis*, comme dans une foule d'Algues, les ramifications se répétaient en sortant les unes des autres et se multipliaient sans trève. Cette ordonnance, inconnue aux plantes terrestres et vasculaires, caractérise les Algues et explique leur accumulation sur un point donné, lorsque le fond et les eaux favorisent leurs colonies. On conçoit dès lors que leurs débris amoncelés aient contribué à la coloration en noir de certains schistes à fucoïdes, que l'on observe à bien des niveaux, entre autres dans le lias supérieur et dans l'oxfordien, tandis que d'autres individus, au lieu de se décomposer, laissaient des empreintes visibles entre les feuillets schisteux, par un procédé pareil à celui auquel toutes les plantes fossiles doivent leur conservation. Non seulement sur les plaques de Ohmden on distingue des plantes entières, mais encore des fragments et même des points arrondis que j'avais signalés comme dénotant peut-être des sporothèques, indication qui n'était qu'une présomption, mais qui s'accorde peu en tous cas avec les hypothèses de M. Nathorst. Comment admettre que ces élégantes touffes, ramifiées dans un sens déterminé à l'exemple des *Chondria*, des *Gigartina* et des *Gelidium*, ne soient que le résultat de la marche d'Invertébrés? Rien de plus délicat à la loupe que la façon dont les ramules de divers ordres se détachent de la tige principale; la

(1) Chez les Algues, végétaux purement cellulaires et peu différenciés, il n'existe pas de distinction réelle entre la tige et les parties appendiculaires ; il s'ensuit que les ramifications peuvent se prolonger, pour ainsi dire, indéfiniment, en sortant les unes des autres. Il est donc impossible de décider, en ayant une Algue fossile sous les yeux, s'il s'agit d'une plante ou individu complet ou d'un segment de cette plante. La partie en un mot n'est qu'une réduction de l'ensemble et l'ensemble ne consiste que dans la répétition plus ou moins nombreuse des mêmes parties.

netteté des moindres subdivisions, leur terminaison si bien caractérisée apportent la conviction pour peu qu'on les examine attentivement. C'est pour cela que j'ai tenu à représenter grossies les principales parties de mon exemplaire, la base d'abord, pl. VI, fig. 1[a], dont les subdivisions dichotomes ne sauraient tromper, non plus que la finesse des sinus commissuraux, ensuite un des rameaux, pl. VI, fig. 1[b], dont la parfaite régularité saute aux yeux, tellement les petits ramules s'entremêlent dans un ordre toujours symétrique, à la façon de ceux des végétaux.

Il est impossible de ne pas en dire autant du *Chondrites filicinus* Sap., pl. VI, fig. 4, déjà figuré dans la *Paléontologie française* (1), que je reproduis de nouveau pour faire voir comment les espèces de *Chondrites* peuvent varier dans les détails, tout en ne sortant pas des limites du même cadre générique. Seulement ici, la roche est un calcaire dur et la matière du remplissage, elle-même consolidée, paraît incorporée à la masse encaissante dont elle se distingue cependant par une teinte plus claire. —

Le doute ne saurait être permis ; il ne l'est pas davantage si l'on jette les yeux sur le *Chondrites taxinus* Sap., dont je donne également une nouvelle reproduction, pl. VI, fig. 3, et qui provient du Flysch d'Estoublon, près de Digne (Basses-Alpes). La matière du remplissage est due ici à une infiltration spathique ; l'espèce est fine, mince, délicate et pour mieux permettre de juger de ses caractères, je l'ai grossie deux fois ; enfin, en dépit de la distance verticale qui sépare le tertiaire de l'oolithe et du lias, tout chez elle dénote la légitimité de son attribution au même genre que les formes précédentes. — Mais telle n'est pas la question, et quand même il s'agirait d'un tout autre type, on ne saurait certainement reconnaître des traces d'Invertébrés dans ces rameaux pinnés successifs, étalés et divariqués, qui rappellent à l'esprit ceux des Ifs et des *Sequoia*. L'aspect seul emporte la conviction, d'autant plus qu'abstraction faite du grossissement, le dessin est d'une rigoureuse exactitude.

Cette dernière espèce me rendra plus facile l'appréciation du *Chondrites flabellaris*, déjà figuré dans la *Paléontologie française*, mais que je reproduis, pl. VI, fig. 2, pour éclairer le lecteur sur tous les points soulevés par la controverse de M. Nathorst. Cette espèce, du toarcien des environs de Metz, a donné lieu à un moule creux de ses diverses parties, dont il est facile par suite de reconstituer le relief originaire, à l'aide d'une matière plastique fortement pressée contre la plaque de grès compact qui renferme l'empreinte. On obtient alors l'aspect fidèlement reproduit par la figure de la planche VI. Le caractère des ramifications entremêlées que représente cette figure est parfaitement saisissable et n'offre rien qui ressemble,

(1) *Vég. jur.*, I, p. 174, pl. 18, fig. 1.

même de loin, aux traces d'*Amphiurus*, représentées par Nathorst (pl. 5, fig. 1 de son mémoire), comme étant de nature à rendre compte du *Chondrites flabellaris*.

En effet, ce que montre cette plante ce ne sont point des expansions pédicellées, planes à la surface, lobulées à la périphérie et groupées en désordre autour d'une région centrale ; mais une tige véritable, fort nettement subdivisée en ramifications flexueuses et successives, qui se recourbent et s'inclinent en donnant lieu çà et là à des parties dilatées, résultant du rapprochement de plusieurs ramules soudés entre eux en forme d'éventail. Il est visible que le *Chondrites flabellaris* se rapporte à cette catégorie d'Algues chondritoïdes, à laquelle M. Heer a appliqué le nom de *Nulliporites*, en les comparant aux Nulliporées actuelles. Celles-ci sont des Algues incrustantes que les Chondritées en question rappellent effectivement par la roideur de leur port qui leur a permis d'être assez fréquemment recouvertes par le sédiment dans une situation verticale. En second lieu, ces *Chondrites* diffèrent des autres formes du groupe par leurs ramifications cylindriques, dirigées en tout sens, « dendroïdes », c'est-à-dire prenant indifféremment plusieurs directions, au lieu d'être plus ou moins comprimées et subdivisées dans un même plan, à l'exemple des *Chondrites bollensis*, *filicinus* et *taxinus* que j'ai décrits plus haut. Effectivement, le moule du *Chondrites flabellaris* reproduisant sans les comprimer toutes les irrégularités de l'ancien thalle, on voit que ses ramifications repliées diversement émettent des rameaux dans plus d'une direction, ordonnance que la figure 2, pl. VI, n'a pu traduire qu'imparfaitement, au moyen de l'ombre jetée sur certaines parties.

Il suffit d'une comparaison même superficielle pour reconnaître que le *Chondrites flabellaris* a la plus grande affinité avec le *Chondrites* (*Nulliporites*) *hechingensis* de Queenstedt, qui abonde dans l'oxfordien, tandis que le premier provient des grès toarciens de la Moselle. La figure du *Chondrites hechingensis* donnée par Heer (1), répétée par Schimper dans son *Handbuch* (fig. 50), le démontre suffisamment. Ce n'est pas évidemment la même forme spécifique que celle de la Moselle, mais c'est bien, de part et d'autre, le même type qui reparaît dans la partie moyenne de l'oolithe, après s'être déjà montré à la base de cet étage. Les ramifications du *Ch. hechingensis* sont plus allongées, plus menues, terminées par des éventails digités, moins larges ; mais l'aspect est bien le même que dans le *Ch. flabellaris*.

A la suite d'une espèce à thalle dendroïde, aussi complexe et pourtant aussi net dans ses moindres détails que celui du *Chondrites flabellaris*, j'ai tenu à figurer un type remarquable par sa simplicité et cependant incontestable : c'est le *Chondrites robionensis* Sap. et Mar., néocomien de Castellane (B.-Alpes), que M. Marion et

(1) *Fl. foss. Helv*, tab 42, fig. 4.

moi nous avons signalé dans l'*Évolution des Cryptogames*. La roche d'où est extrait l'échantillon est un calcaire d'une dureté marmoréenne ; la matière du remplissage incorporée à cette roche est d'une égale fermeté et ne s'en distingue que par une coloration plus foncée. La terminaison de la base, les ramules simples, émis dans un ordre alterne parfaitement régulier, le long de la tige principale, la courbure caractéristique du plus haut de ces ramules, qui termine la plante et dépasse en longueur tous les autres, tout indique dans ce fossile un corps marin organisé qui ne saurait rien avoir de commun avec des traces d'Invertébrés. Mais l'attribution générique de l'espèce est, de son côté, des plus incertaines. Ce *Chondrites* s'écarte, à ce qu'il semble, du type le plus ordinaire ; il sert même de transition vers le type suivant auquel j'ai imposé, d'accord avec M. Marion, la dénomination de *Codites*, frappé par une ressemblance assez étroite pour justifier l'emploi de ce terme, sans vouloir pourtant lui attacher un sens plus affirmatif que celui d'une simple homomorphie extérieure.

2. — **Codites neocomiensis**, Sap. et Mar., *Évol. des Cryptogames*, p. 96, fig. 31.

(Pl. VIII, fig. 1.)

En signalant ce type nouveau et réellement curieux du néocomien de Barrême, dans les Basses-Alpes, nous étions loin de penser qu'il dût encourir le soupçon de représenter la trace de quelque Invertébré marchant à la surface de la vase. Effectivement, couché à plat à la surface inférieure d'une plaque d'un calcaire gris des plus homogènes, l'échantillon ne saurait représenter ou qu'une piste moulée par la pression ou qu'une plante marine conservée à l'aide du procédé de fossilisation en demi-relief dont il a été question plusieurs fois et dont il sera encore parlé dans les pages suivantes. Mais il existe de plus une circonstance dont il faut bien tenir compte en appréciant le *Codites neocomiensis*, c'est celle-ci : la branche de l'une des dichotomies terminales de l'échantillon se trouve arrachée et couchée en travers, non loin du point qu'elle aurait dû normalement occuper. Cet accident suffit à lui seul pour témoigner que nous avons bien sous les yeux un corps marin et non une simple trace qui ne saurait être ni déchirée ni déplacée, sans disparaître immédiatement. Il est facile de constater par l'inspection de la plaque que l'échantillon, visiblement terminé dans le haut, se prolonge inférieurement et s'enfonce dans la pierre, en laissant voir l'origine d'une ramification semblable à celle que forme la branche principale et divergeant de celle-ci sous un angle d'environ 45 degrés. Il est donc probable que nous n'avons sous les yeux qu'une faible portion d'un thalle fort consi-

dérable, lorsqu'on le reconstruit intégralement par la pensée. Assimilé à celui du *Codium tomentosum* Ag., dont il diffère seulement par l'atténuation des derniers segments à leur extrémité, il aurait dû mesurer une étendue 6 à 8 fois plus grande, avec des ramules plus minces et plus écartés proportionnellement. Le thalle fossile, à cause du vide intérieur qu'il laisse voir à quelques endroits, pourrait bien avoir été fistuleux, comme les *Codium*. On aperçoit à la surface de l'organe, dont le tissu superficiel semble avoir conservé son aspect, de légères stries en forme de rides et des ponctuations verruqueuses, qui ressemblent beaucoup à ce qui existe aux mêmes endroits de l'*Himantalia lorea*, dont le thalle présente des segments dichotomes, allongés et atténués à leur extrémité. On serait donc tenté de reconnaître un *Himantalia*, par conséquent une Fucacée dans le *Codites neocomiensis* de Barrême. Il en résulte que le terme générique adopté par nous est loin d'impliquer la présomption d'une véritable affinité avec les *Codium;* mais cette incertitude d'attribution, qui s'applique à la plupart des Algues fossiles, ne fait pas qu'elles soient autre chose que des plantes marines, moins encore qu'il soit légitime de confondre celles mêmes dont la dénomination est la plus incertaine avec des traces d'Invertébrés. Persister à le soutenir en parlant du *Codites neocomiensis*, ce serait commettre gratuitement une erreur paléontologique des plus grossières. — M. Schimper, dans son *Handbuch der Palæontologie* (p. 28), a signalé un *Himanthalia*, *H. Amphisylarum* Schimp., dans les schistes oligocènes de la Haute-Alsace.

3. — Type des **Palæochondrites** de Schimper.

Palæochondrites fruticulosus (Gœpp.) Schimp. (Pl. V, fig. 2-3.)
Palæochondrites dictyophyton Sap. (Pl. V, fig. 4-5.)

L'insistance que met M. Nathorst à faire ressortir l'absence de tout résidu de substance végétale, chez les Chondritées des divers âges, m'engage à signaler ici quelques traces de Fucoïdes recueillies, il y a plusieurs années, par M. le professeur Bleicher, dans les schistes psammitiques de l'Hérault, classés par M. de Rouville dans le silurien supérieur et situés à Glanzy près de Vailhan.

Ces traces sont minuscules, et il a fallu la perspicacité de M. Bleicher pour les reconnaître et les apprécier. Les figures 2 à 5, pl. V, les reproduisent sous un grossissement de trois fois le diamètre, et, malgré cette amplification, les organes en question n'atteignent encore qu'une faible étendue. Ces restes ont cela de commun que, sous l'influence peut-être d'une sédimentation purement détritique, ils semblent formés de résidus noirâtres, charbonneux au moins en apparence, se détachant nette-

ment par leur teinte foncée sur le fond gris enfumé des plaquettes. Les résidus cèdent assez facilement à l'attaque d'une pointe métallique et découvrent alors en dessous d'eux une légère dépression. — Je crois pouvoir distinguer en eux deux espèces.

La première, *Palæochondrites fruticulosus* Gœpp., pl. V, fig. 2, 3, pourrait bien avoir fait partie des ramifications latérales d'une plante construite comme l'*Oldhamia antiqua* (1) Forb., tellement elle s'en rapproche par la subdivision dichotome de ses ramules. La figure grossie, tracée par Schimper, ne diffère presque pas de la mienne, dont les partitions sont seulement moins élancées et plus nombreuses. Il m'a paru plus naturel de réunir cette espèce au *Chondrites fruticulosus* de Gœppert, qui provient de l'étage E du silurien de Bohême, à la hauteur de la faune troisième de M. Barrande, vers la base de l'étage bohémien de M. de Lapparent. L'étage bohémien étant superposé à l'étage armoricain du même auteur, dont le grès à Bilobites représente le niveau inférieur, et qui correspond à l'étage D et à la faune seconde de M. Barrande, on voit que le *Palæochondrites fruticulosus* a pu se rencontrer, à peu près sur le même horizon qu'en Bohême, dans la petite oasis silurienne du Languedoc, où ces divers étages se retrouvent à partir de la faune seconde. — En tout cas, les caractères étant absolument pareils, il m'est impossible de ne pas rejoindre l'espèce recueillie par M. Bleicher à celle dont M. Gœppert a figuré trois exemplaires dans son mémoire sur les flores silurienne, devonienne et carbonifère ancienne (2) ; seulement mes empreintes se rapprochent un peu plus de la variété *subarticulatus* de Gœppert, fig. 5, que de son type normal.

La seconde espèce, pl. V, fig. 4 et 5, recueillie par M. Bleicher dans le même gisement, me paraît différente de l'autre, bien qu'elle rentre, selon moi, dans le même genre *Palæochondrites*. Elle diffère de la précédente par ses ramules anastomosés en réseau, de manière à former des mailles de diverses dimensions. Seulement, tandis que les ramules ou barreaux de la figure 4 sont tous soudés entre eux, ceux de la figure 5, qui se rapportent sans doute à la périphérie du thalle, se terminent librement, à ce qu'il semble, par des sommités dichotomes. On pourrait être tenté de ranger cette espèce parmi les *Dictyonema* (3) de Hisinger ; mais le réseau résulte, chez elle, d'une soudure irrégulière des filaments du thalle, tandis que chez les *Dictyonema* les filaments moniliformes se trouvent reliés entre eux par des appendices transverses d'une excessive ténuité. Ce sont là, quelle que soit d'ailleurs la véritable nature de ces *Dictyonema*, des traits de structure trop disparates pour justifier une réunion générique.

Je remarquerai seulement, en ce qui concerne les quatre empreintes du silurien

(1) Voy. Schimper, *Handbuch d. Palæont.*, p. 60, fig. 45.

(2) *Ueb. d. Fl. d. silur. d. devon. und Unt. Kohlenform.*, p. 450, tab. 35, fig. 3, 4 et 5.

(3) Les *Dictyonema*, de même que les *Oldhamia*, sont rangés parmi les Hydrozoaires, dans la classe des Célentérées par Nicholson, *Man. of Palæont.*, I, p. 161, fig. 52 et 53.

de l'Hérault, qu'en dehors de la présence encore visible des résidus de substance végétale, l'état de fragments dans lequel elles se présentent s'accorderait bien peu, de même que leur extrême ténuité, avec l'hypothèse qui verrait en elles de simples traces mécaniques d'animaux inférieurs.

4. — Type des **Phymatoderma**, Brngt.

Phymatoderma Terquemi, Sap., *Vég. jur.*, I, p. 114, pl. 2, fig. 1-2. (Pl. VI, fig. 6.)

Voici un genre fondé par Brongniart, signalé par lui non seulement dans le jurassique, mais encore dans la craie moyenne, retrouvé par moi dans la craie de Bidard (1), caractéristique de plusieurs horizons, constamment associé aux *Chondrites*, ayant comme eux l'aspect d'une plante et le mode de ramification qui distingue les Algues; pourtant, M. Nathorst, dans son Mémoire, assimile sans hésitation les *Phymatoderma* à des traces de vers ou d'autres animaux. Les raisons qu'il invoque à l'appui de cette assertion donnent une idée trop juste de sa méthode pour que je m'abstienne de les énumérer. — Il s'appuie sur l'absence de tout résidu organique et sur cette circonstance que les exemplaires du lias de Wurtemberg ne sont pas couchés à plat entre les feuillets de la roche, mais qu'ils la traversent, occupant une situation soit verticale, soit oblique par rapport au plan de sédimentation. Ainsi de simples accidents de fossilisation se trouvent allégués comme autant de preuves décisives du système. M. Nathorst ne s'arrête qu'aux apparences, et il affirme ce qu'il avance sans rechercher si la nature et la consistance plus ou moins solide des anciens organes, combinées avec le mode de formation du dépôt, ne fourniraient pas une explication plus naturelle encore que la sienne. Il ne recherche pas davantage quelles sortes de vers ou d'animaux auraient pu être capables de produire des traces semblables, si nettes, si bien terminées, si conformes, et par l'ordre de ramification et par les papilles verruqueuses qui les recouvrent, à ce que l'on observe dans une foule de plantes marines.

C'est là, selon moi, un abus de raisonnement qui ne saurait tenir devant les faits eux-mêmes. J'ai donc figuré une seconde fois le *Phymatoderma Terquemi* Sap., beaucoup plus petit que le *Ph. liasicum*. Le *Ph. Terquemi* peuple les schistes noirâtres du lias moyen, zone à gryphées arquées, des environs de Metz; il diffère notablement de l'espèce du lias supérieur par sa faible dimension; il est cependant

(1) *Paléont. de Biarritz*, par le comte R. de Bouillé, p. 29-30, pl. 3, fig. 3-5.

certain que tous deux se rapportent au même genre. Les exemplaires ne sont plus érigés, mais « couchés » et souvent brisés ou réduits à de simples fragments épars à la surface des plaques. Le *Phymatoderma liasicum* lui-même est loin d'être constamment vertical ou oblique. Les compartiments verruqueux qui recouvrent les tiges de l'une et l'autre espèces sont parfois des plus nets; ils ont dû présenter une certaine saillie et rappellent incontestablement les appendices de formes très diverses qui hérissent le thalle de beaucoup de Caulerpées (Voy. pl. VI, fig. 9). J'ai choisi pour représenter le *Ph. Terquemi* un thalle ou fragment de thalle, terminé dans tous les sens; la figure 6[a], pl. VI, le montre sous un grossissement de deux fois le diamètre et permet de saisir l'aspect et les dispositions des compartiments verruqueux ou écailles superficielles dont la présence caractérise ce type. On voit que les ramules, relativement épais et alternes, affectent la forme de cylindres coudés et obtus au sommet. On distingue aussi sur cet exemplaire un corps globuleux, attaché latéralement à l'un des rameaux et susceptible de s'en détacher. Plusieurs de ces corps parsèment isolément la superficie des plaques. Comment ces particularités pourraient-elles concorder avec la supposition qu'il s'agirait uniquement de traces de vers ou d'autres Invertébrés? Il me paraît absolument impossible de l'admettre.

5. — Type du **Phymatoderma cœlatum**, Sap., *Vég. jur.*, 1, p. 472, pl. 68, fig. 3. (Pl. VI, fig. 7.)

Ce type fort curieux devra, à mon sens, être séparé de celui des *Phymatoderma* proprement dits et former un genre distinct, auquel on adjoindra probablement l'*Halymenites minutus* Hr., du jurassique de Ganei (Suisse) (1) et l'*Halymenites lumbricoides* du Flysch (2), qui présentent la même structure caractéristique. L'échantillon original du *Phymatoderma cœlatum*, recueilli par M. le professeur Marion dans l'étage oxfordien des environs d'Aix en Provence, consiste dans des moules creux de divers fragments, couchés en désordre à la surface d'une plaque de calcaire gris foncé, d'un grain très dur. Il s'agit donc de vides laissés dans la roche après la décomposition d'un corps marin dont la nature reste à déterminer. Les fragments une fois moulés, avec de l'argile plastique fortement pressée, se montrent tels que les reproduisent les figures 7 et 7[a] de la planche VI. Ils sont de longueur inégale, cylindriques, flexueux, presque toujours simples; l'un d'entre

(1) Voy. *Fl. foss. Helv.*, tab. 46, fig. 10-11.
(2) *Ibid.*, tab. 64, fig. 11-12.

eux, cependant, nettement bifurqué, se divise en deux rameaux. Leur surface est toujours recouverte de compartiments affectant la forme de mamelons verruqueux, étroitement serrés, les uns ovoïdes, les autres sinueux et transversalement disposés, de manière à entourer ces corps d'un revêtement mamelonné que les figures grossies 7^a et 7^b rendent très exactement. Je ne crois pas qu'il soit possible d'invoquer ici l'action des Vers ni des autres Invertébrés comme explication de ce fourreau tout hérissé d'un assemblage d'élevures convexes accolées. Mais, si l'on consulte les Caulerpées actuelles, on observe une structure entièrement semblable dans le *Caulerpa ericifolia* Ag. (Lamx.), espèce rare de la Guadeloupe, dont les appendices caulinaires, d'abord peu saillants, se transforment par la suite en mamelons ovoïdes et convexes, qui prennent, sur les parties un peu anciennes, une apparence absolument semblable à celle qui caractérise le type fossile. Jusqu'à démonstration contraire, il est donc naturel de s'en tenir à une assimilation à laquelle on ne saurait opposer que des présomptions. La figure 8 de la planche VI reproduit un fragment grossi du thalle du *Caulerpa ericifolia*, observé dans l'herbier du Muséum de Paris. Ces sortes d'excroissances superficielles ne sont pas rares chez les *Caulerpa;* la figure 9, même planche, représente sous le même grossissement le *Caulerpa mamillosa* Mont., des îles Mascareignes, dont les excroissances ont une forme plus pointue. Les paléophytologues, sans être pour cela à l'abri des erreurs, sont cependant excusables de s'arrêter à de pareils rapprochements, alors que les défenseurs du système opposé se laissent prendre à des apparences bien moins frappantes et s'en prévalent pour se croire autorisés à voir des traces d'animaux inférieurs dans les fossiles décrits comme des Algues par leurs prédécesseurs.

V

GROUPE DES ALECTORURIDÉES

1. — Type des **Algues Scopariennes**.

Cancellophycus reticularis	Sap., *Vég. jur.*, I, p. 142, pl. 7. (Pl. VII, fig. 3.)
Cancellophycus Marioni	Sap., *ibid.*, p. 146, pl. 10, fig. 1-2. (Pl. VII, fig. 4-5.)
Taonurus Panescorsii	Sap. et Mar., *Évol. des Cryptog.*, p. 90, fig. 27. (Pl. VII, fig. 2.)
Taonurus Saportai	Dew. (Pl. VIII, fig. 2-3.)

Si quelque chose a lieu de surprendre, c'est que les corps marins, longtemps problématiques, réunis par Schimper sous la dénomination commune d'Alectoruridées, aient pu être assimilés à des traces purement mécaniques. En effet, ces sortes de fossiles sont assez souvent entiers ou partiellement conservés; dans bien des cas, on distingue en eux un point d'attache central ou latéral; plus souvent encore leur contour périphérique se dessine très nettement et se trouve accompagné d'une bordure visible. Les stries ou costules rayonnantes qui parcourent le phyllome en se repliant en arcs successifs ne sont pas toujours, il est vrai, bien distinctes; pourtant, leur ensemble constitue au moins l'ébauche ou garde les vestiges d'un réseau trop complexe pour qu'il ait été l'œuvre accidentelle d'un animal en marche ou du mouvement des flots agitant certains objets. C'est pourtant ce que M. Nathorst est disposé à croire. Bien qu'il lui soit impossible, de son aveu, de fournir une explication tout à fait satisfaisante, il ne doute pas qu'on ne la trouve un jour et cherche avec soin la solution du problème tantôt dans un Ver attaché à son trou, tantôt dans un Ver qui l'abandonne pour rôder alentour, tantôt enfin en faisant tourbillonner de l'eau au fond d'un vase (1). L'éclaircissement qu'il souhaite le fuit, en définitive, par l'excellente raison qu'il est incompatible avec la nature des choses. — En revanche, tout redevient plausible dès que l'origine organique et l'attribution au règne végétal des Alectoruridées sont admises, sans renoncer pour cela aux interprétations très diverses que suggère nécessairement l'étude d'un type aussi singulier. On conçoit donc, à raison même de cette singularité, que les zoologistes aient pu hésiter et que l'attribution à la classe des Algues leur ait paru discutable; mais les

(1) Voici les propres expressions de M. Nathorst empruntées à la version française de son mémoire : « La voie expérimentale m'a fourni une belle forme correspondant au *Spirophyton cauda-galli*, en produisant un tourbillonnement dans un vase d'eau, dont le fond était couvert de sable fin : d'une petite cavité au milieu rayonnèrent du même côté vers les bords des empreintes irrégulières et arquées qu'on ne pouvait pas distinguer de la structure correspondante chez le *Spirophyton* (p. 89 de la version française). »

botanistes paléophytologues ne s'y sont pas trompés, et, à la suite de Heer, de Schimper et de plusieurs autres, ils n'ont pas manqué de reconnaître une plante marine dans le type scoparien de Victor Thiollière, plus tard subdivisé en un certain nombre de sections, sous les noms d'*Alectorurus*, *Spirophyton*, *Physophycus*, *Taonurus*, *Cancellophycus*, etc. Il est certain que ce type, très multiplié à l'état fossile et facilement saisissable, a laissé des traces de sa présence dans les terrains les plus anciens, qu'il abonde à divers niveaux successifs des formations secondaires et qu'on le retrouve, bien que moins fréquent, jusque dans le milieu du tertiaire. Il est également certain qu'il n'est plus représenté au sein des mers actuelles, au moins dans l'état de nos connaissances qui ne sont pas tellement fixées que l'avenir ne soit capable de leur apporter un démenti. Mais le fait en lui-même n'a rien de précisément anormal ; n'y a-t-il pas d'autres exemples de types éteints dont les derniers représentants datent d'une époque relativement rapprochée de la nôtre, bien qu'elle soit reculée, si l'on compte par siècles ou par milliers d'années. Les *Chondrites* et d'autres Algues du Flysch nous ont fait voir ce phénomène, et, parmi les plantes terrestres, les Cycadées et les *Sequoia* ne sont-ils pas à la veille de disparaître, réduits qu'ils sont, à l'état spontané, à des stations de plus en plus restreintes? N'en est-il pas ainsi du *Salisburia* ou Ginkgo, dont le type remonte aux plus lointaines périodes, et qui n'est plus représenté de nos jours que par une espèce unique, qui n'est même réellement spontanée nulle part?

Ceux qui ont considéré les Alectoruridées comme des Algues, sans tenir compte, bien entendu, des traces vagues et incomplètes, se sont-ils trompés? Non seulement je ne le crois pas, mais je saisis avec empressement l'occasion qui m'est offerte par le Mémoire de M. Nathorst, pour insister de nouveau sur les caractères précis de ces organismes, qu'il me paraît bien difficile, sinon impossible de ne pas ranger au nombre des Thalassophytes, quel que soit d'ailleurs le degré véritable d'affinité qui les liait aux plantes marines aujourd'hui existantes.

Il m'a semblé que le principal obstacle opposé jusqu'ici à la démonstration de la nature végétale des empreintes « scopariennes » provenait surtout de la rareté d'échantillons assez nets pour laisser, non pas seulement entrevoir, mais saisir les traits de leur structure, ainsi que du défaut évident des figures, qui ne rendent jamais qu'imparfaitement les exemplaires les mieux conservés. Ces obstacles une fois surmontés, lorsqu'on aura obtenu des planches reproduisant avec fidélité les meilleurs échantillons, on n'osera plus soutenir que des mouvements mécaniques aient été capables de produire des « pseudomorphes » aussi parfaits, aussi complexes jusque dans les plus petits détails du phyllome. Il suffit du reste de compléter la preuve en ce qui touche l'une des formes du groupe, pour entraîner aussi la conviction à

l'égard de toutes les autres. C'est ce que je vais essayer de faire à l'aide d'un certain nombre d'exemples choisis.

Le premier sera emprunté à un échantillon du *Cancellophycus reticularis* Sap., dont la structure visible explique pourquoi j'avais proposé ce terme générique, en l'appliquant à des Alectoruridées dont le phyllome, moins épais que celui des *Taonurus*, paraissait parsemé d'ouvertures en forme de boutonnières, circonscrites par des bandelettes étroites, anastomosées de manière à constituer un réseau à jour. La figure 7 du tome I des *Végétaux jurassiques* ne reproduit qu'assez imparfaitement une très belle empreinte qui m'avait été communiquée dans le temps par M. de Longuemar, comme provenant du bajocien de Lisant (Vienne). Cette empreinte, d'une conservation merveilleuse, laissait voir distinctement un plexus d'étroites lanières, cernant des espaces vides ou tout au moins paraissant vides par l'effet d'un amincissement extrême de la membrane qui aurait occupé le fond de chaque dépression. En faisant abstraction de la roche et supposant les mailles du réseau perforées, comme cela me parut certain au moment où j'avais l'échantillon sous les yeux, on obtient la figure 3, pl. VII, qui représente une portion notable d'un phyllome de *C. reticularis*, accompagné dans le bas d'un second lambeau moins distinct et moins intact que l'autre. Rien de plus élégant que ce réseau formé par les subdivisions des costules émises le long d'une marge ou rebord, qui se recourbent en arc en donnant naissance, au moyen de ces subdivisions, à des mailles étroites, allongées et très obliques.

Pour se rendre raison de l'aspect que présentait un phyllome de *Cancellophycus*, dans son entier, il faut consulter la figure 4, pl. VII, reproduite d'après celle de la *Paléontologie française* (1), et représentant le phyllome complet du *Cancellophycus Marioni* Sap., du bathonien de la vallée de Saint-Marc, près d'Aix en Provence. L'organe, réduit au tiers de sa grandeur naturelle, a été observé à la superficie d'une assise qui n'a pu être extraite, mais j'ai pris soin de le dessiner sur place. On voit au centre un point d'attache ombiliqué : autour de ce point, le phyllome s'étale et présente, outre une échancrure qui pénètre jusqu'au milieu, des sinuosités marginales plus ou moins prononcées qui divisent l'organe en autant de lobes arrondis. C'est bien là l'aspect d'une vraie plante marine, qui ne serait pas sans analogie apparente avec les *Cutleria*, *Padina*, *Zonaria*, etc. La figure 5, pl. VIII, confirme encore cette vue; elle reproduit un échantillon de ma collection qui représente soit une plante jeune de *Cancellophycus*, soit une très petite forme de ce même type, laissant voir le point d'attache basilaire d'un phyllome arrondi et contourné en fer à cheval, d'une manière tout à fait caractéristique. Cet échantillon provient des mêmes couches que le précédent.

(1) *Vég. jur.*, I, pl. X, fig. 1.

Comment ne pas tenir compte de pareils exemples qui éloignent si fort l'hypothèse préconisée par Nathorst? Les Alectoruridées, répandues à travers tout le secondaire, répondent, il faut le dire, à des modes très divers de fossilisation. L'absence de substance végétale, à l'état de résidus, à laquelle M. Nathorst attache une si grande importance, n'est pas même absolue; certains lits schisto-charbonneux sont presque entièrement pétris de traces d'Algues scopariennes accumulées et ayant probablement vécu sur place. Seulement ces traces n'ont ni la précision ni les contours arrêtés des échantillons conservés à l'état de moules. Ceux-ci sont tantôt vides, tantôt disposés en demi-relief; tantôt enfin ce sont des « surmoulages » opérés à l'aide d'un remplissage postérieur, qui a reconstitué intégralement l'ancien organe. Les *Cancellophycus* que j'ai décrits plus haut ont donné lieu à des empreintes au sens propre du mot, c'est-à-dire que, comprimés entre deux assises, ils ont laissé des traces de leur contour sur les plans en contact de ces assises. Au contraire, dans le cas du *Cancellophycus scoparius* (Thioll.) Sap., figuré page 86, de l'*Évolution des Cryptogames*, l'organe a été fossilisé en demi-relief, c'est-à-dire qu'il a donné lieu au moulage en relief de sa face inférieure, adhérente et incorporée à l'assise supérieure et à la base de cette assise. Le phyllome ainsi conservé se montre convexe dans son milieu, ce qui prouve que, vivant, il devait être creusé en forme d'entonnoir évasé vers la périphérie, diversement contourné et replié le long du bord.

Enfin, dans d'autres cas, spécialement dans celui des *Taonurus*, plus épais que les types précédents et munis le long de la marge d'un bourrelet en forme de boudin, les Alectoruridées ont souvent donné lieu à des moules complets, c'est-à-dire conservant l'empreinte des deux côtés du phyllome et vides à l'intérieur. Il existe pourtant aussi des surmoulages, amenés par le remplissage de la cavité intérieure; c'est ce que montrent les exemplaires du *Taonurus ultimus* Sap. et Mar. (1), d'Alcoy, et encore mieux ceux de la craie blanche d'Anzin (Nord), signalés dernièrement par M. Dewalque, sous le nom de *Taonurus Saportai* (2). (Voy. pl. VIII, fig. 2 et 3.)

C'est à l'état de moule creux, susceptible par conséquent de se prêter à une reproduction en relief de l'une des faces de l'ancien organe, que se présente le *Taonurus Panescorsii* Sap. et Mar., signalé dans le livre de l'*Évolution des Cryptogames* (3). En publiant une figure de cette espèce, nous pensions faire disparaître tous les doutes, tellement l'échantillon, une fois moulé en relief, est net et pourvu des caractères les mieux accentués. Cependant, puisque M. Nathorst n'admet aucune exception dans son appréciation des *Taonurus*, je reviens à cet exemplaire

(1) *Évol. des Cryptog.*, p. 91, fig. 28.
(2) *Annales de la Soc. géol. de Belgique*, Mémoires, t. VIII, pl. 1.
(3) Voy. p. 90, fig. 17.

qui provient du conchylien supérieur de Rébouillon, à 7 kilomètres au nord-ouest de Draguignan (Var), où il a été recueilli par M. Panescorse. La figure 2, pl. VII, représente le *Taonurus Panescorsii* sous sa grandeur naturelle et d'une façon fort exacte. On voit que le phyllome de cette espèce résulte d'un bourrelet marginal, replié, pour ainsi dire, sur lui-même; son pied ou prolongement basilaire manque et de plus l'organe semble avoir été ouvert ou lacéré de façon à présenter un lambeau vers la gauche et en haut. En dehors de cette irrégularité et abstraction faite d'une écornure de la pierre, visible au sommet, le phyllome se trouve circonscrit par un épais bourrelet qui cerne ses bords, mais en perdant de sa saillie à son retour à gauche et vers le bas. L'espace intérieur que limite ce bourrelet est plat et occupé par des stries qui sortent de sa partie dorsale pour s'irradier et se ramifier en s'anastomosant de manière à constituer un réseau de costules séparant des dépressions obliques et allongées, d'une netteté remarquable. Les figures 2ª et 2ᵇ reproduisent ce réseau sous un grossissement de deux à trois fois le diamètre.

Est-il possible, en considérant un réseau à mailles si nettes et si régulières, d'admettre qu'il ait été le produit de la marche des animaux inférieurs, de leurs mouvements vibratoires ou simplement de l'agitation d'objets inertes remués par un courant sous-marin? Et si, poussé par l'évidence, on avoue qu'il s'agit bien en effet d'une plante marine, pourrait-on dès lors ne pas étendre la même attribution aux autres corps et empreintes de même nature qui offrent les mêmes traits d'organisation, tels que le *Taonurus ultimus* Sap. et Mar. (1), le *Taonurus Saportai* de M. Dewalque et les spécimens que M. Croizier a recueillis tout dernièrement dans le kimméridien de Ruelle (Charente)? Ces derniers sont des moules creux qui, une fois reproduits en relief, ont présenté des caractères différentiels assez reconnaissables pour dénoter une espèce que je désignerai sous le nom de *Taonurus ruellensis*. Les deux premiers, au contraire, représentent les anciens organes moulés en plein, détachés de leur moule et dans un état de conservation qui ne le cède pas à celui des cônes de cèdres de la craie inférieure, des tiges de Cycadées de l'oxfordien de Poitiers et du fruit de *Williamsonia*, de l'oxfordien des Vaches-Noires, recueilli par M. Morière. En présence d'un procédé de fossilisation aussi parfait, il vaudrait autant admettre que les ammonites ferrugineuses doivent leur origine à des traces d'animaux en marche que de chercher à soutenir que les *Taonurus* sont le résultat d'une action purement mécanique. Le *T. ultimus* a été figuré dans l'*Évolution des Cryptogames;* j'en dois la connaissance à M. le professeur Vilanova, de Madrid, qui m'a affirmé sa provenance du miocène supérieur d'Alcoy, province d'Alicante. La matière du remplissage est un calcaire siliceux très dur. Les stries

(1) *Évol. des Cryptog.*, p. 91, fig. 28.

superficielles et le réseau auquel elles donnent lieu, bien que très visibles, n'ont cependant pas la finesse de ciselure que l'on observe dans le *Taorunus Panescorsii;* mais c'est là une particularité tenant peut-être au caractère de l'espèce tertiaire d'Espagne, la plus récente du genre, qui ait été encore observée.

Il n'en est pas ainsi du *Taonurus Saportai* Dew. (pl. VIII, fig. 2-3), dont les échantillons originaux m'ont été libéralement communiqués par M. Dewalque. Empâtés en désordre et dans des situations très diverses par la craie blanche, ces échantillons ont été convertis en silice amorphe associée à de la glauconie (1), après avoir été préalablement enveloppés par le sédiment crayeux dont leur superficie se trouve encore imprégnée légèrement. Les deux échantillons principaux ne sont pas entièrement pareils ; on voit pourtant qu'ils ont dû appartenir à une seule et même espèce ; ils affectent la forme d'une palette ou d'une raquette oblongue, rompue inférieurement, entourée par un épais bourrelet qui circonscrit une aire médiane plane et relativement mince. Sur cette dernière partie courent des arcs de stries ramifiés qui s'étendent d'un bourrelet à l'autre et tournent leur convexité irrégulière vers le sommet de l'organe dont le bourrelet recourbé sur lui-même cerne entièrement le contour, en décrivant une terminaison arrondie. L'un des échantillons, celui que j'ai figuré pl. VIII, fig. 3, est plus étroit et plus allongé; il tend à s'atténuer inférieurement et présente une légère dilatation en spatule vers le haut. L'autre échantillon est plus court, plus épais et plus large, il montre au sommet une excroissance conique obtuse, qui semble dénoter un mode de bourgeonnement ou de multiplication du phyllome et que l'on observe également sur l'un des exemplaires d'Alcoy (2).

Les deux échantillons, dont il vient d'être question, présentent une certaine courbure, une de leurs faces étant un peu convexe et l'autre légèrement concave, mais ils ne sont pas les seuls, et, en dehors de plusieurs fragments, le bloc recueilli par M. Dewalque m'a présenté un autre exemplaire qui mérite d'autant plus de fixer l'attention qu'il paraît entier (voyez pl. VIII, fig. 2). — Il est ovale, discoïde, inéquilatéral, en forme de lobe auriculaire, plus petit et plus mince que les précédents, arrondi au sommet, adhérent par la base et entouré d'un bourrelet marginal peu prononcé. Les arcs qui courent d'un bord à l'autre sont formés de stries ramifiées et entrelacées sous l'apparence de tresses. Cet

(1) Cette substance a été soumise à l'examen de M. Nivoit, dont la compétence est parfaitement reconnue en pareille matière, par l'intermédiaire obligeant de M. de Lapparent, professeur de géologie à l'Institut catholique de Paris. Selon ce dernier, les grains de Glauconie qui abondent dans la craie du Nord se sont trouvés ici pris « mécaniquement » dans le remplissage interne du *Taonurus*; mais la silice a formé essentiellement la substance de ce remplissage et a dû se substituer molécule par molécule au corps organisé enseveli. (Note ajoutée au moment de l'impression.)

(2) Voy. *Évolution des Cryptog.*, p. 91, fig. 28 B et comp. avec les figures du Mémoire de M. Dewalque, *in Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. VIII.

échantillon curieux que je figure grossi doit être rapporté, selon moi, à une plante jeune qui commencerait à se développer. L'accroissement devait avoir lieu par le haut, au moyen de l'adjonction successive de nouveaux arcs superposés aux anciens et entraînant le prolongement apical de l'organe. Pour ce qui est des stries, en les examinant de près et à la loupe, on voit que leur finesse est extrême et qu'elles résultent de minces costules ou plutôt de ridements superficiels, séparés par autant de sillons, anastomosés entre eux de manière à constituer un réseau à mailles obliques, d'une extrême délicatesse (pl. VIII, fig. 3[a]). Sur les bourrelets marginaux, ce réseau court dans le sens longitudinal, mais dans l'espace intermédiaire et sur les deux faces du phyllome, ce sont des arcs ramifiés et, pour ainsi dire, tressés, dont les linéaments s'entrelacent et se confondent. Si l'on considère la tranche des échantillons, on reconnaît que les stries ou rides correspondent à des vides ou canalicules qui serpentent à l'intérieur du tissu, dans le même sens que les froncements eux-mêmes. — Tel est ce type si étrange et cependant si universellement répandu dans les anciennes mers ; mais, si étrange qu'il paraisse, lorsqu'on le compare aux algues cartilagineuses actuelles ou bien encore aux formes feutrées et unicellulaires comme les Codiées, on constate de part et d'autre bien des analogies qui sont faites pour diminuer l'étonnement. Il ne faut pas oublier que, chez les Syphonées, la cellule unique dont le thalle est formé offre des ramifications et des prolongements indéfiniment subdivisés qui se croisent, se pénètrent et s'anastomosent, dans les *Codium*, de façon à constituer un tissu complexe dont le rapport avec ce que montrent les Alectoruridées et les *Taonurus* en particulier ne saurait échapper. — Mais comme nous ne raisonnons que par hypothèse, il est juste d'ajouter que les stries obliques et les plis formant réseau se retrouvent à la surface du thalle ou de certaines portions du thalle, soit des Phéosporées, soit des Fucacées. C'est ce qui m'a frappé en examinant l'*Haligenia bulbosa* Dne, de la Manche, le *Costaria Turneri* Gr., de Vancouver, les *Lessonia* et *Macrocystis*. Il est vrai qu'il s'agissait d'échantillons desséchés, mais les mêmes effets ont pu se produire autrefois, d'une façon normale, dans un type d'Algues dont la substance intérieure aurait été criblée de lacunes et de canalicules, comme cela existe chez les Phéosporées. — En tout cas, il est évident que les stries en réseau des *Taonurus* et d'une façon générale des Alectoruridées ne correspondent pas à des nervures, mais à des plissements ou rides régulièrement disposés à la superficie des anciennes frondes.

En réunissant tous les indices connus, on constate que le bourrelet ou rebord marginal, déjà visible dans les empreintes du groupe de Chemmung (1) (dévonien

(1) Voy. *Évol. des Cryptog.*, p. 87, fig. 25.

de Pensylvanie), constitue un caractère constant chez toutes les Alectoruridées, en dépit d'une foule de variations partielles. Or, l'existence de ce bourrelet est tout ce qu'il y a de plus contraire aux suppositions de M. Nathorst, suivant lequel un ver, attaché à un trou par l'une de ses extrémités, aurait tracé, en s'agitant et se tortillant, les stries en arcs superposés, avec leurs anastomoses. Les vestiges ainsi imprimés auraient dû aller en s'affaiblissant vers la périphérie de l'espace parcouru et rayonner exclusivement du point d'attache ; mais je viens d'établir tout l'opposé, puisque le rebord marginal qui cerne le phyllome, quelles que soient les sinuosités de son contour, est toujours ferme et plus ou moins saillant, et que de lui sortent, en s'irradiant et se repliant vers l'intérieur, les rangées de stries et de costules entremêlées qui occupent la superficie de l'organe.

D'après ces considérations, et sans vouloir nier les obscurités qui restent à éclaircir, nous sommes amenés à reconnaître l'existence d'une grande catégorie d'Algues fossiles, désignées par la dénomination commune d'Alectoruridées, que l'on observe dans la plupart des mers anciennes, du silurien au tertiaire. Que deviennent les erreurs partielles que certains auteurs ont pu commettre en face de cette notion positive, assurément faite pour exciter l'intérêt et multiplier les recherches !

2. — Type du **Glossophycus**, Sap. et Mar.

Glossophycus Camillæ, Sap. et Mar., *Évol. des Cryptog.*, p. 88, fig. 26. (Pl. VII, fig. 1.)

En publiant un type aussi nouveau et aussi remarquable, nous pensions, M. Marion et moi, échapper à la critique en montrant une Algue incontestable. M. Nathorst n'a cependant pas excepté le *Glossophycus* du jugement qu'il porte sur les espèces figurées dans l'*Évolution des Cryptogames*. J'ai donc pensé qu'une figure nouvelle de l'échantillon, sans réduction ni restauration, scrupuleusement exacte dans toutes ses parties, ne serait pas inutile. On voit, par un regard jeté sur la planche VII, que le phyllome qui est ici oblique et placé de champ, relativement au plan de l'assise, se trouve mutilé au sommet, non pas naturellement, mais par suite d'une cassure de la pierre ; il a dû être fossilisé sur place ; il est comprimé et linguiforme. Le peu de profondeur de l'empreinte à laquelle l'organe ancien a donné lieu permet de croire qu'il était mince et plat, tandis que sa situation érigée démontre qu'il était ferme. En définitive, ce phyllome est contourné comme le serait celui d'une Algue plane et cartilagineuse qui flotterait dans

la mer, sur une base adhérente au fond. La conformation en langue dilatée et arrondie au sommet, atténuée vers la base, avec une marge plus droite d'un côté, dessinant de l'autre une faible convexité, est parfaitement nette. On reconnaît également des stries longitudinales, reliées entre elles par des costules obliques, de manière à constituer un réseau analogue à celui de toutes les Alectoruridées. Enfin, la marge du phyllome, le long du côté convexe, est visiblement cernée d'un rebord ou mince bourrelet, en forme de baguette, qui, visiblement aussi, se trouve détaché sur trois points et encore en place sur une petite portion de l'étendue. Les fragments de la baguette, détachés, mais encore attenant à la marge qu'ils touchent par une de leurs extrémités, sont parfaitement distincts. L'un de ces fragments, à l'état d'empreinte, est couché dans le haut en travers du phyllome ; un autre, sur le côté, s'élève en dehors dans une direction verticale ; enfin le dernier, également reconnaissable, est couché à part non loin du phyllome. Quelle preuve plus évidente que l'hypothèse de M. Nathorst ne saurait avoir ici son application ; pourtant il est impossible de douter qu'il ne s'agisse bien réellement d'un type d'Alectoruridées, dont les phyllomes minces et plats en même temps que fermes étaient sans doute fixés par leur base atténuée contre le sol sous-marin, ou peut-être encore réunis plusieurs ensemble sur un pied ou point d'attache commun. Ce type recueilli non loin du Cannet (Var), dans un calcaire gris marmoréen de l'étage conchylien, porte le nom de la personne à qui en est due la découverte, la marquise de Rougé, née Camille de Colbert.

VI

GROUPE DES ARTHROPHYCÉES

1. — **Arthrophycus Harlani,** Hall, *Évol. des Cryptog.*, p. 81, fig. 21[a].

Pl. VIII, fig. 2.

M. Nathorst, dans son Mémoire (1), émet l'affirmation suivante, à propos des Arthrophycées : « Tout ce qui a été reporté dans ce groupe, en qualité d'Algues, n'est rien autre que des traces d'animaux » ; — nous allons voir si cette assertion peut être sérieusement justifiée.

Pour la rendre acceptable, le savant suédois n'hésite pas à assimiler les *Arthrophycus* siluriens (*A. Harlani* Hall, et *A. siluricus* Schimp.) aux *Tænidium* jurassiques de Heer, comme se rapportant à des fossiles tout à fait identiques dont il démontre ensuite la ressemblance avec des traces provenant de larves de Diptères, représentées fig. 26 et pl. 11, fig. 1, de son travail. Mais l'essentiel aurait été de s'assurer avant tout de la réalité de cette homomorphie supposée des *Tænidium* et des *Arthrophycus;* tandis que le rapprochement de ces deux types pris en bloc me semble au contraire résulter d'une analogie purement apparente.

Les *Tænidium* de Heer, et, en les mentionnant, je parle seulement des *T. serpentinum*, *Gillieroni* et *convolutum* (2), du Jura suisse, sont « simples », courbes ou serpentineux, moniliformes, c'est-à-dire formés d'anneaux toruleux successifs; ils manquent du sillon médian longitudinal qui distingue les *Arthrophycus*, et rien n'empêche de voir effectivement en eux des traces de larves, plus grosses que celles de nos Diptères, mais ayant les mêmes allures et produisant les mêmes vestiges. — L'*Arthrophycus Harlani* est bien différent, et si on l'a méconnu, c'est qu'il a été incomplètement et imparfaitement figuré jusqu'ici.

Il a constitué un corps marin, auquel on peut, à la rigueur, dénier l'organisation végétale, mais qui, à coup sûr, n'a rien de commun avec des trous ou traces de larves cheminant à travers la vase. L'échantillon que je figure de nouveau avec son aspect et sous ses dimensions normales, pl. VIII, fig. 2, présente un si puissant relief, qu'il est presque l'équivalent d'un moulage complet. De plus, j'ai réussi à le

(1) *L. c.*, p. 32.
(2) Voy. *Fl. foss. Helv.*, p. 117, tab. 45, fig. 9-10 *b*, et tab. 50, fig. 1-2.

dégager plus qu'il ne l'était d'abord. Le grès ferrugineux très dur, auquel le fossile se trouve incorporé, est recouvert d'une pâte plus tendre qui a dù appartenir à l'assise sous-jacente, contre laquelle l'échantillon a laissé un moule des parties en contact avec cette assise. C'est donc là réellement une fossilisation en demi-relief; mais les organes anciens par suite de leur épaisseur, de leur fermeté et de leur accumulation ont pu donner lieu à un surmoulage en ronde bosse des deux tiers au moins de leur pourtour, qui ôte à l'esprit tout sujet de doute.

On distingue très nettement, selon moi, sur l'échantillon que je figure et dont je garantis la parfaite exactitude, deux au moins, et probablement trois corps de même nature, distinctement ramifiés et couchés l'un sur l'autre de telle façon que leurs ramifications se croisent et s'entremêlent. Pourtant, avec de l'attention, on aperçoit clairement auquel de ces trois corps se rapporte chacune des branches cylindroïdes et transversalement annelées, qui se montrent à la surface de la plaque silurienne. — Prenons celui de ces corps qui est le plus visible et le moins incomplet, parce qu'il recouvre les deux autres, couchés en travers et en partie cachés par lui. Il se compose évidemment d'un pied ou souche, non pas terminé naturellement, mais tronqué inférieurement par une cassure du grès qui permet pourtant de constater la forme cylindrique du contour. Au-dessus de cette base, se montre une première subdivision qui s'engage sous une branche transversalement placée et visiblement étrangère au corps dont je m'occupe. Un peu au-dessus, deux autres subdivisions sont émises l'une après l'autre, la première fort petite et bientôt cachée, la seconde qui s'enfonce dans l'intérieur de la plaque pour aller reparaître plus loin et laisser voir sa terminaison. Au-dessus de ces branches, le tronc principal se ramifie de nouveau, mais surtout il se dilate pour donner lieu à une sorte d'épatement convexe, marqué à la surface de plusieurs inégalités verruqueuses. La figure donnée par Schimper, dans son *Handbuch* (1), visiblement empruntée à Hall (2), montre sur la gauche un épatement ou renflement de même nature. De cette partie renflée, partent évidemment plusieurs ramifications cylindroïdes et annelées ou zonées en travers, dont la terminaison supérieure échappe à l'observation par suite des cassures et du défaut d'étendue de la plaque. Il est à croire que, dans son intégrité, le fossile mesurait plus d'un décimètre, peut-être plusieurs décimètres de long. Il nous est difficile de juger de cette dimension présumée, mais ce qui reste témoigne hautement de la nature organique et probablement végétale. Ce n'est certes pas là la trace du passage d'un Invertébré; c'est bien une tige épaisse et renflée çà et là, partagée en un certain nombre de ramifi-

(1) *Handbuch d. Palæontol.*, p. 53, fig. 41.

(2) Hall, *Geol. of New-York*, pl. IV, fig. 1-3. — Cette figure n'a pas été dessinée avec assez de soin. Celle du *Traité de Géologie* de M. de Lapparent (p. 681, fig. 205) n'en est qu'une reproduction partielle et assez confuse.

cations secondaires. — Pour mieux comprendre ces ramifications considérées à part, il faut s'attacher à celle qui s'élève sur la gauche et se rattache inférieurement à l'un des corps associés à celui que je viens de décrire. Cette ramification est simple, élancée, plutôt prismatique que régulièrement cylindrique, marquée dans le milieu d'une légère dépression longitudinale et transversalement annelée. Ces anneaux ou cannelures transverses sont partout visibles ; elles sont parfois sinueuses, et l'on peut s'assurer, par l'èxamen de certaines parties de l'échantillon, qu'elles faisaient le tour des appendices : ceux-ci se terminaient obtusément au sommet.

Mon excellent ami, M. Leo Lesquereux, de qui je tiens l'échantillon remarquable que je viens de décrire, me communique ses impressions sur les *Arthrophycus* dont il a exploré le gisement ; je ne puis mieux faire que de transcrire ici les réflexions que lui inspirent les idées théoriques de Nathorst sur ces fossiles, si curieux à raison de leur antiquité reculée. — « J'ai vu et étudié, dit-il, les *Arthrophycus* sur place. Le long du chemin de fer de Pittburg à Philadelphie, il existe des strates fort épaisses qui en sont remplies et j'en ai extrait et brisé de nombreux échantillons, ce qui m'a permis d'examiner à loisir leur structure. Les branches de la plante s'atténuent de moitié en se ramifiant ; elles sont toujours très convexes, avec une légère dépression qui accompagne longitudinalement le milieu des branches ; celles-ci sont demi-cylindriques, mais souvent aussi presque rondes et dépourvues parfois de la dépression dont je viens de parler. Lorsque les branches se croisent, ce qui s'observe constamment, la branche supérieure ne traverse pas l'inférieure, mais elle passe par-dessus celle-ci, en présentant une courbure caractéristique. En considérant les schistes marneux du dévonien supérieur de l'Ohio, recouverts d'innombrables filaments ramifiés et subdivisés à l'infini, j'avoue que j'ai souvent éprouvé des doutes sur l'origine de ces prétendues Fucoïdes ; leur ressemblance avec les figures 5, pl. 3 ; 3, pl. 4, et toutes celles des planches 5 à 7 du Mémoire de M. Nathorst donne à réfléchir ; mais cela n'a rien de commun ni avec les branches de l'*Harliana Hallii* (*Arthrophycus Harlani*), ni avec les *Taonurus*, spécialement avec le *Physophycus* ou *Taonurus marginatus*. En ce qui concerne ce dernier, j'en ai déjà donné l'explication ou description avec figures des diverses parties de la plante dans son développement successif, partant d'un simple tube cylindrique attaché à son support, graduellement enflé au sommet, puis élargi, contourné et donnant lieu à ces assemblages de lanières arquées que l'on retrouve depuis la base du dévonien jusqu'au crétacé. — Ce n'est pas seulement par leurs formes que ces linéaments dénotent leur origine végétale, mais aussi par leur couleur noire et leur composition charbonneuse.

« Les *Fucoïdes Cauda-Galli* (*Spirophyton* de Hall) ou *Taonurus* couvrent des roches de grès jaunâtre à la base du carbonifère, et, à la surface des couches, ils tranchent

en noir aussi nettement que s'ils eussent été dessinés à l'encre. Maintenant, consultez la seconde planche de ma Flore carbonifère et jugez s'il serait possible de douter de la nature organisée des espèces que je figure et qui toutes se rattachent à un même groupe de plantes ou organismes marins, dont les formes sans doute n'ont rien de commun avec ce que Nathorst a publié, mais qui prouvent cependant de quelle puissance et de quelle variété étaient ici douées les productions marines, au commencement du carbonifère et plus encore lors du dévonien. Bien loin de vouloir réduire le nombre des Fucoïdes que nous croyons connaître, on pourrait avec plus de raison en augmenter le nombre indéfiniment... (1) »

Ce serait affaiblir cette page éloquente que d'y joindre un commentaire ; j'ai tenu à la citer *in extenso*, bien que les considérations du savant américain s'appliquassent aux *Taonurus* et aux Algues fossiles d'une façon générale autant qu'aux *Arthrophycus* en particulier. Elle témoigne avec éclat de la façon dont la question soulevée par M. Nathorst se trouve envisagée de l'autre côté de l'Atlantique.

Quittons maintenant les *Arthrophycus* proprement dits et laissons les *Tænidium* simples qui, de même que les *Gyrochorda*, nous paraissent suspects, autant qu'à M. Nathorst lui-même. Recherchons si parmi les corps « algoïdes » secondaires ou tertiaires, il n'en existerait pas de comparables au type silurien que je viens de considérer. Je retrouve, à ce qu'il semble, ces homologues dans les *Tænidium* « rameux », que l'on observe à plusieurs niveaux successifs de la série secondaire et jusque dans le Flysch, d'où provient le *Tænidium Fischeri* Hr. représenté dans le *Handbuch* (2) de Schimper, ainsi que dans le *Flora fossilis Helv.* de Heer (3). C'est ce même type que j'ai signalé récemment dans les sables ferrugineux du néocomien supérieur de Bléville (Seine-Inférieure), et que j'ai figuré (pl. 1, fig. 1) dans ma notice sur les végétaux fossiles de la craie inférieure du Havre.

2. — Type des GYROPHYLLITES, Heer.

Gyrophyllites multiradiatus, Hr., *Fl. foss. Helv.*, p. 120, tab. 45, fig. 5.

Pl. VIII, fig. 6.

Je crois qu'il est naturel de rattacher encore au groupe des Arthrophycées les *Gyrophyllites* de Glocker, dont je représente ici une espèce légèrement grossie,

(1) Extrait d'une lettre écrite par M. Lesquereux en date du 8 août 1882, Columbus, Ohio.
(2) P. 54, fig. 42, 3.
(3) Tab. 67, fig. 7.

d'après des empreintes moulées provenant des calcaires de la zone à *Ammonites tripartitus*, des environs de la Palud (Drôme). Cette espèce est le *Gyrophyllites multiradiatus* Hr. Le moulage, en restituant le relief de l'ancienne forme fossile, laisse voir clairement ses caractères distinctifs. Autour d'un point d'attache ou cicatrice d'insertion centrale se groupent en verticille de nombreux segments, disposés en étoile, les uns simples et atténués au sommet, les autres bifides, et tous marqués de stries transversales multipliées et plus ou moins prononcées. Je reconnais dans ces corps marins dont les vestiges parsèment la surface d'un calcaire noir très dur, ayant le grain et la consistance du marbre, une organisation comparable extérieurement à celle des *Tænidium* rameux et rappelant aussi, bien qu'à un degré plus éloigné, les *Arthrophycus* du silurien.

VII

CONSIDÉRATIONS SUR LES BILOBITES

Bilobites furcifera (M. R.), Sap. et Mar., *Évol. des Cryptog.*, p. 75-79, fig. 16, 17. Frontispice et Pl. IX, fig. 1-4 et 19.

L'étude et la détermination des *Arthrophicus* conduisent très naturellement à l'examen des Bilobites, ces fossiles à signification controversée des plus anciennes mers siluriennes. Je n'ai pas la prétention, je l'avoue, de trancher ici, d'une façon absolue et définitive, une question demeurée obscure jusqu'à ce jour, en dépit de nombreux efforts. Je suis persuadé cependant que la découverte d'échantillons plus complets permettra de l'éclaircir à la longue, en donnant le mot de l'énigme, comme il m'a été permis de le faire en ce qui touche le *Laminarites Lagrangei*.

Je me contenterai donc de quelques réflexions basées sur l'observation attentive des plaques avec Bilobites, dont j'ai pu disposer grâce à l'obligeance de M. le professeur Vilanova, de Madrid, de M. Jean Morière, doyen de la Faculté de Caen, et, après eux, de M. L. Crié, professeur à la Faculté de Rennes. Il est aisé de reconnaître, par l'inspection de ces plaques, qu'il existe un certain nombre d'espèces de Bilobites, fort nettement limitées et caractérisées, ce qui constitue, à mon sens, une première présomption qu'il ne s'agit pas uniquement de traces mécaniquement imprimées. Parmi ces espèces, je citerai seulement le *Bilobites Vilanovæ* Sap. et Mar., du silurien d'Almaden (Andalousie), que distingue sa petite taille (1), et le *Bilobites furcifera* (M. R.) Sap. et Mar., de l'étage des grès armoricains de Bagnols (Orne), dont je figure ici deux très beaux exemplaires (voy. Frontispice et pl. IX, fig. 1).

Il ne faut pas oublier que les Bilobites sont, à n'en pas douter, des moules naturels reproduisant en demi-relief des empreintes originairement creuses. Selon les uns, les creux seraient dus à la trace d'un animal invertébré, tandis que, selon d'autres, ils se rapporteraient à la face inférieure d'un corps marin, vraisemblablement de la nature des Algues. Dans ce dernier cas, la dissolution plus ou moins tardive du corps en question aurait permis au sédiment en voie de dépôt de remplir la cavité du moule d'abord occupé par la Bilobite.

(1) Voy. *Évol. des Cryptog.*, p. 79, fig. 19.

Ainsi, dans la première hypothèse, un sillon ou plutôt une suite de sillons accolés, provenant de la marche, si l'on veut même, du séjour d'un Invertébré sur le fond vaseux sous-marin, auraient été comblés par le sable fin d'une assise bientôt consolidée et convertie finalement en arkose. Dans la seconde hypothèse au contraire, les Bilobites, à l'état de tronçons, soit isolés soit accumulés, auraient été recouvertes par le sable de l'assise nouvellement formée jusqu'au moment où leur substance ayant graduellement disparu, la pâte grèseuse en aurait pris la place. Dès lors, on le conçoit, celle-ci, comblant le moule devenu vide, et le poids de l'assise supérieure ne cessant d'agir, serait venue s'appliquer contre les parois inférieures du moule, en contact avec l'ancien fond sous-marin, sur lequel reposaient les Bilobites au moment où le sédiment sableux les avait recouvertes.

Cette seconde hypothèse est celle que j'adopte de préférence; elle a pour elle, selon moi, des présomptions que je vais résumer. — Et d'abord, si les Bilobites n'ont été que des traces, par cela même elles n'ont jamais possédé ni l'épaisseur, ni la consistance d'un corps organisé; par suite, elles n'ont pu rien supporter, ni s'adosser contre rien, ni enfin donner lieu au-dessous d'elles à aucun interstice appréciable. Elles n'ont pas davantage pu s'entremêler ni se superposer. Tel doit être effectivement le point de départ qu'il ne faut pas perdre de vue, dès qu'il s'agit de se prononcer sur la vraie nature des Bilobites. Enfin, il est également certain que suivant l'une ou l'autre des deux hypothèses que l'on préfère, les parties en relief, situées à la base de l'assise de grès, représentent ou l'envers de la réalité ou bien au contraire l'objet lui-même montrant l'une de ses faces, l'autre se trouvant incorporée à la masse même de la roche.

Cette dernière disposition concorde avec le mode de fossilisation que j'ai nommé « en demi-relief ». J'ai déjà fait voir à plusieurs reprises que ce mode, loin d'être étranger au monde des plantes, caractérisait une foule de végétaux fossiles soit terrestres et entraînés au fond des eaux, comme les *Pachyphyllum* (consultez la fig. 5), *Brachyphyllum*, etc., soit aquatiques et ayant vécu sur place, à l'exemple des rhizomes et des feuilles même des Nymphéacées. Là n'est donc pas la difficulté ; elle se révèle plutôt lorsqu'il s'agit de découvrir et de déterminer chez les Bilobites l'existence de caractères morphologiques absolument incompatibles avec l'hypothèse qui croit voir en elles des traces d'Invertébrés. Si l'on parvenait effectivement à constater des connexions, des ramifications ou des prolongements chez ces organismes singuliers, si l'on démontrait qu'ils s'entremêlent ou se compriment mutuellement en se superposant ; enfin, si l'on constatait que des corps étrangers ont adhéré de quelque façon à leur superficie, on rendrait aussitôt inadmissible la supposition qu'ils représentent un double sillon tracé par un animal en mouvement.

L'essentiel, en un mot, n'est pas de prouver que les Bilobites aient pu être des

Algues, mais bien qu'elles n'ont été que cela et pas autre chose. N'ayant à ma disposition que des indices, je ne saurais apporter ici une affirmation absolue ; mais en m'attachant à ces indices pour les faire ressortir, je montrerai du moins que ma thèse a pour elle la vraisemblance.

M. Nathorst, à propos des Bilobites, insiste comme toujours sur l'absence de tout résidu de substance végétale, au fond des moules creux auxquels des organismes aussi puissants auraient inévitablement dû donner lieu, et il se prévaut de cette absence pour contester leur attribution au monde des plantes; mais il ne fait pas attention qu'en admettant cette attribution, on se trouve avoir affaire à des Algues, par conséquent à des organismes cellulaires, bien que souvent fermes et cartilagineux, susceptibles de se dissoudre à la longue, comme les Laminaires dont les frondes, en se décomposant, ne sauraient laisser après elles aucun vestige fibreux. Bien plus, les Conifères mêmes, tels que les *Brachyphyllum* et les rhizomes charnus de plantes angiospermiques, fossilisés en demi-relief à la façon des Bilobites, n'ont pas laissé subsister plus que celles-ci la moindre trace des anciens tissus. L'argument est donc sans valeur, et l'auteur suédois n'explique pas davantage comment de simples sillons, imprimés à la surface du sol sous-marin, auraient pu produire un moulage aussi net, aussi arrêté dans les moindres détails, de manière à constituer un véritable réseau à la superficie d'une foule d'échantillons de Bilobites (1).

M. de Lapparent, dans son *Traité de Géologie* (2) en voie de publication, s'exprime en ces termes : « On remarque que les Bilobites se présentent toujours à l'état de moules, faisant saillie sur la face inférieure d'une plaque de grès, à son contact avec une couche de nature argileuse et que ces saillies demi-cylindriques ne se prolongent jamais dans la masse du grès. Elles s'entre-croisent d'ailleurs en divers sens, s'effaçant les unes les autres et sont parfois interrompues par des crêtes rectilignes représentant le remplissage par la matière des grès, des fentes produites par la dessiccation dans l'argile sous-jacente. »

Tout n'est pas exact dans l'exposé ci-dessus. Les Bilobites se présentent effectivement en saillie sur la face inférieure des plaques de grès, conformément à ce que montrent tous les végétaux fossilisés en demi-relief; mais ces plaques de grès avec Bilobites ne sont pas nécessairement en contact avec une couche argileuse, et je me suis assuré que le « pas de bœuf », qui n'est autre qu'un moule creux de Bilobite, était excavé dans un grès de même nature que l'assise supérieure à laquelle appar-

(1) Cette netteté dans les traits, les sillons et les cannelures du réseau superficiel des Bilobites, peu concevable s'il ne s'agissait que de traces moulées postérieurement au moment où elles se sont produites, est particulièrement visible sur des échantillons que M. J. Morière a bien voulu recueillir à mon intention et me communiquer en dernier lieu.

(2) *Traité de Géologie*, par A. de Lapparent, ancien ingénieur du corps des mines, professeur à l'Institut catholique de Paris. Paris, F. Savy, 1882, p. 680 et suiv.

tient le relief. Il devient donc beaucoup moins facile de comprendre comment, en l'absence de tout corps marin assez ferme pour donner lieu à un moule, une simple trace, un trou, si l'on veut, pratiqué dans le sable se serait conservé de manière à reproduire un relief aussi net que celui dont les Bilobites offrent souvent l'exemple. De plus, les crêtes rectilignes dont parle M. de Lapparent pourraient tout aussi bien répondre à des déchirures et à des solutions de continuité de la substance végétale qu'à des fissures par retrait de l'argile sous-jacente (1). Enfin, j'ai pu constater que ces crêtes ou fragments de grès, adhérant aux parties en relief des Bilobites, étaient assez fréquemment susceptibles d'être détachés à l'aide d'un poinçon, de façon à dégager l'organe fossile, qu'ils recouvrent superficiellement sans être incorporés à lui. Dans ce dernier cas, il ne saurait être question d'un remplissage des fentes interrompant la continuité de la trace; mais il est fort concevable, par contre, que le sédiment sableux ait pu s'introduire en petite quantité sous les tiges déjà couchées au fond de l'eau, en contractant avec elles des adhérences, antérieurement à la formation du moule creux dû à la pression venue d'en haut; cette pression, très faible ou même nulle à l'origine, a dû se prononcer graduellement, au fur et à mesure que s'opérait le dépôt de l'assise supérieure. Tout cela se conçoit aisément dans l'hypothèse selon laquelle les Bilobites auraient été des végétaux consistants, destinés pourtant à se décomposer à la longue; dans l'hypothèse contraire, on ne saurait trouver aucune explication satisfaisante. Les demi-cylindres des Bilobites s'entre-croisent, il est vrai, et paraissent ainsi s'effacer mutuellement; mais cette apparence tient peut-être chez elles uniquement au mode de fossilisation en demi-relief dont le résultat a dû être de faire disparaître toutes les parties qui ne se trouvaient pas directement appliquées contre le fond sous-marin. Ce qui tendrait à prouver qu'il en a été réellement ainsi, c'est qu'aux endroits où s'opère le croisement, la Bilobite, en passant sur une autre Bilobite, laisse entrevoir le plus souvent une saillie. Ainsi donc, dans ce cas, ces sortes de plantes auraient été superposées, et, au lieu de se traverser, elles se seraient recouvertes mutuellement; mais comme les faces libres et inférieures, c'est-à-dire celles qui touchaient le fond, ont été seules conservées et moulées en demi-relief, il n'y a rien de surprenant à ce que le reste ait été d'abord comprimé, puis effacé par la pesée de l'assise en voie de formation. Celle-ci est constamment composée d'un grès siliceux très dur (grès armoricain) et très lourd, dont l'origine est due à des accumulations d'un sable quartzeux, cimenté par la silice dont les anciennes eaux étaient abondamment chargées.

Pour apprécier à leur juste valeur les éléments de la question, il faut jeter les

(1) Le moule en creux une fois constitué a pu d'ailleurs donner lieu à des fissures, remplies ensuite par la matière du grès, dans l'une comme dans l'autre des deux hypothèses.

yeux sur les deux figures qui accompagnent ce mémoire et que j'ai choisies comme les plus instructives, au milieu d'une foule d'échantillons. Le *Bilobites furcifera*, de Bagnols (Orne), dont ils représentent des parties détachées, est une des plus grandes formes du groupe. Les accolades de demi-cylindres mesurent, chez elle, jusqu'à un décimètre et plus en largeur. Le thalle de cette espèce, si l'on suppose qu'il s'agisse d'un organisme végétal, aurait atteint des proportions vraiment gigantesques. Dans cette même hypothèse, les accolades, que l'on observe assez souvent à l'état de tronçons isolés, auraient pu se joindre, s'étaler en se subdivisant et constituer un appareil thalloïde plus ou moins analogue à celui du *Panescorsea glomerata*, qui figure sur la planche V.

J'ai donc recherché les plaques sur lesquelles ces sortes de prolongements étalés et ramifiés, ou encore des fragments de ces parties, semblent se montrer. Grâce aux libéralités de M. Morière, j'en possède une série intéressante, mais ne pouvant songer à tout figurer, j'ai bien été forcé de faire un choix. Parmi les échantillons que je néglige, il en est qui présentent l'apparence de lambeaux déchirés et superposés, empiétant l'un sur l'autre dans un désordre tel et cependant avec une netteté si frappante dans le détail du réseau, qu'il est bien difficile de reconnaître en eux des pistes, qui se seraient détruites mutuellement à force de se traverser. Sur d'autres plaques, les accolades se superposent et se pénètrent de telle façon que les cylindres jumeaux de chacune d'elles ont dû s'ouvrir pour livrer passage à l'un des cylindres d'une autre accolade transversalement placée, mais à l'un d'eux seulement, l'autre demeurant caché. Ce sont là des accidents incompatibles, à ce qu'il semble, avec la présence de pistes entre-croisées; la plus récente devant toujours effacer la précédente, en la traversant, tandis que des fragments organisés ont bien pu s'écarter, se fissurer partiellement et s'entrelacer de plusieurs manières. Les fragments sont pressés, meurtris et comprimés sur beaucoup de points, comme s'ils avaient cédé sous le poids d'une masse supérieure, circonstance qui n'a rien d'étrange, dès qu'il s'agit d'un végétal, mais qui ne se conçoit guère dans l'hypothèse contraire.

Enfin, on distingue constamment, sur ces échantillons, des cicatrices ou marques d'insertion, circulaires, creuses et fréquemment ombiliquées dont je parlerai tout à l'heure. On y rencontre aussi, il faut le dire, assez souvent, des pistes reconnaissables, ayant l'apparence de traînées formées de petits traits pointillés et granuleux, qui serpentent un peu partout, sans ordre ni direction déterminées; elles ressemblent singulièrement aux traces de l'*Iæra albifrons* Leuck., par conséquent d'un crustacé, figurées par Nathorst, pl. 2, fig. 1, de son Mémoire.

Dans le dessin de l'échantillon représenté, pl. IX, fig. 1, sous des dimensions réduites d'un quart, j'ai reproduit les parties en relief d'une Bilobite, en faisant

abstraction du fond de la plaque et aussi des accidents qui, sans rien ajouter à la connaissance de l'original, auraient obstrué certains contours. J'ai négligé de plus sur la gauche et dans le haut les traces d'une accolade visiblement étrangère à l'échantillon figuré. La présence de cette accolade a suffi pourtant pour imprimer un sillon oblique ou pli transverse bien distinct, qui marque en *aa* les limites de la superposition.

L'échantillon de la planche IX, ainsi reproduit, laisse voir une double accolade qui émerge d'une base commune ; du moins, dans la direction de cette base, les tubulures médianes et contiguës de chaque paire sont visiblement soudées et confondues inférieurement. Que cette fusion des accolades soit réelle, comme j'opine à le croire, ou seulement apparente, la figure en rend très exactement l'aspect. A partir de ce point de jonction, les deux accolades s'écartent, puis remontent, celle de droite en décrivant une sorte de courbe, celle de gauche en s'élevant obliquement. Celle-ci se prolonge sur une longueur continue de 23 à 25 centimètres, après lesquels son relief s'efface, et elle disparaît dans l'épaisseur de l'assise. La figure de la planche IX ne représente donc au plus qu'une moitié de cette accolade. Sur la plaque originale, à partir et au-dessus du sillon qui la coupe obliquement en *aa*, elle se renfle et se relève par le fait d'une autre accolade qu'elle recouvre, mouvement qui se rapporte bien à deux objets réels entre-croisés, plutôt qu'à des sillons vides dont le plus récent aurait effacé l'autre en le traversant, ainsi que je l'ai déjà observé.

Je reviens à la figure elle-même. — Les tubulures de l'accolade de gauche sont très nettement limitées sur les côtés ; leur face est convexe. Les stries qui les parcourent naissent obliquement du sillon commissural ; elles s'étendent en suivant cette même direction, mais elles varient beaucoup dans leur tracé et donnent lieu, particulièrement sur la droite, à un réseau complexe, difficile à bien rendre, et qui résulte de linéaments obliques ou tortueux qui relient ensemble les costules principales. Ce même réseau reparaît en divers endroits de l'accolade de droite en *r* ; les costules anastomosées forment alors des mailles ou aires déprimées. Au-dessous, ces mêmes costules deviennent sinueuses, elles se replient et affectent une direction longitudinale par rapport à la demi-accolade dont elles parcourent la superficie; l'autre tubulure de la même accolade, à l'extrême droite de la figure, semble avoir été aplatie et lacérée; elle est aussi beaucoup plus large que sa voisine et montre sur divers points, principalement vers le milieu, des solutions de continuité provenant, à ce qu'il semble, de profondes déchirures. Les costules obliques et presque longitudinales dans le bas sont plutôt ondulées et reliées par de fréquentes anastomoses, dans le haut.

Ces déchirures, ces différences si notables dans la direction et l'ordonnance

des stries ; enfin, la présence d'un véritable réseau constituent autant de circonstances incompatibles, selon moi, avec l'hypothèse de M. Nathorst et de tous ceux qui pensent voir dans les Bilobites des traces d'Invertébrés en marche. Les traces, effectivement, se fissurent, s'effacent en se traversant, mais elles ne peuvent être ni comprimées, ni lacérées ; elles n'ont rien de consistant ni d'extensible ; enfin, les sillons qui résultent d'une progression ne sauraient ni se compliquer ni constituer un réseau formé de linéaments anastomosés. Ces sillons devraient être toujours et constamment pareils à eux-mêmes, tandis que chez eux la diversité des combinaisons résultant de la disposition des stries est au contraire tout à fait évidente.

La figure 1[a], pl. IX, représente, sous un assez fort grossissement, une portion du réseau superficiel de l'échantillon que je viens de décrire. On voit que les cannelures des accolades ou stries sont formées par des crêtes longitudinales et parallèles, mais plus ou moins sinueuses dans leur trajet et reliées entre elles par des traits de jonction soit obliques, soit transverses. L'ensemble donne l'idée d'une surface rendue inégale par des rides et des plissements, disposés avec une certaine régularité, sans avoir la précision de véritables nervures. C'est là, à peu près, l'aspect et la structure apparente du réseau superficiel et des costules anastomosées qui caractérisent les Alectoruridées, spécialement le *Glossophycus Camillæ* (Voy. pl. VII, fig. 1).

Avant de quitter l'échantillon de la planche IX, je veux appeler l'attention des naturalistes sur les cicatrices ou traces d'insertion et de perforation qui parsèment en grand nombre la surface des Bilobites et constituent, au moins pour le *B. furcifera*, un caractère des plus visibles. On en compte ici une dizaine au moins dispersées sans aucun ordre, quelques-unes très nettes, assez profondes et le plus souvent ombiliquées. Il est presque impossible de déterminer l'origine de ces cicatrices qui peuvent se rapporter soit à des traces d'organismes parasites soit à des trous de vers. Je me contenterai de l'observation suivante qui, à mon sens, ne manque pas d'importance; ces cicatrices paraissent occuper leur place naturelle, comme si elles étaient situées à la surface d'un corps organisé ; leur cavité, leur disposition ombiliquée font bien voir qu'elles ne représentent pas l'envers de quelque chose, comme cela devrait être si les Bilobites représentaient le moulage d'une piste. Les figures 2 et 3, pl. IX, dans le but de permettre de mieux juger la question, reproduisent deux de ces cicatrices sous un assez fort grossissement ; elles ont été choisies parmi les plus nettes, et chacune présente une structure particulière.

La cicatrice fig. 2 répond au type le plus ordinaire ; elle est transversalement ovale, cernée d'une bordure périphérique enfoncée qui entoure un bourrelet médian, marqué sur le pourtour de traits rayonnants et au centre d'un ou deux

petits mamelons. La cicatrice fig. 3, même planche, est ronde, cylindrique et creusée en forme d'un entonnoir évasé, rayé de stries circulaires le long des parois. Le fond de l'entonnoir se trouve occupé par une aire plane, ayant au centre un point déprimé accompagné de quelques stries rayonnantes. Les deux figures montrent en même temps les détails des rides superficielles, accompagnées de traits obliques et de saillies ponctuées qui distinguent les Bilobites vues à la loupe, dans les parties les mieux conservées.

Le second des échantillons figurés, celui du frontispice, n'est pas moins instructif que l'autre. Il se compose de plusieurs tubulures étroitement connexes et dirigées dans un même sens, si l'on en excepte une seule à droite qui se détourne et s'engage sous les autres qui la recouvrent. Les tubulures latéralement soudées entre elles ont cela de remarquable qu'il est impossible de les distribuer en accolades régulières, par la raison que l'une d'elles, d'abord simple, se divise supérieurement à l'aide d'un sillon médian en deux tubulures secondaires et que l'une de celles-ci présente une connexion visible avec la tubulure la plus voisine, constituant avec cette dernière une sorte d'accolade. C'est là, il faut le remarquer, une disposition qui ne saurait s'accorder d'aucune façon avec l'hypothèse qui veut reconnaître dans les Bilobites des traces mécaniques; effectivement, les connexions, subdivisions et soudures intimes, à l'aide d'anastomoses et de traits de jonction, se trouvent incompatibles avec cette hypothèse. Il faudrait, en tous cas, admettre que plusieurs animaux se seraient donné le mot pour marcher ici conjointement et parallèlement, sans empiéter sur leurs traces respectives, mais en se touchant de si près que leurs traces se trouveraient latéralement réunies par leurs bords commissuraux. Ce sont là des suppositions si peu vraisemblables que je crois plus simple de croire que nous avons sous les yeux une portion de thalle, plus complexe que les fragments ordinaires, formée d'une réunion de tubulures soudées, dont l'analogie avec ce que nous a fait voir le *Panescorsea glomerata* n'échappera à personne.

Dans l'échantillon que j'examine, outre la disposition générale, il faut encore distinguer plusieurs détails. Les stries sont plus fines et plus nettes qu'à l'ordinaire. Leur direction, toujours assez peu oblique, devient le plus souvent presque longitudinale. Elles laissent apercevoir des traits obliques en forme de veinules qui serpentent dans les intervalles et amènent des anastomoses plus ou moins prononcées. Il en résulte parfois un réseau des plus complexes que la figure 5 de la planche IX reproduit, fortement grossi. Il est facile de s'assurer de la réelle analogie de ce réseau avec celui des *Taonurus*. Il est pourtant moins distinct, mais il faut tenir compte des effets du surmoulage qui ne saurait avoir la précision d'un moule direct, ni atteindre à la perfection d'un organe converti en une substance amorphe, à la façon du *Taonurus Saportai*, de la craie du Nord. Les linéaments du

réseau superficiel des Alectoruridées, conservées d'après les mêmes procédés de fossilisation que les Bilobites, n'ont pas plus de netteté que chez ces dernières. N'oublions pas qu'il s'agit seulement de rides superficielles, plus ou moins prononcées selon les cas et non pas d'une réunion de véritables nervures. Sur plusieurs points les stries de ce même échantillon prennent l'apparence de costules saillantes sinueuses et séparées par des sillons très marqués, ou bien elles ondulent, comme si le tissu avait subi une compression ou torsion. A droite et vers le bas, l'accolade tout entière est aplatie et, plus haut, là où elle disparaît recouverte par une des tubulures, cette torsion semble visible, comme si l'ancien organe s'était replié, après avoir été fissuré. Le rebord marginal qui accompagne la tubulure et recouvre l'accolade désemparée est trop ferme et trop net pour représenter un accident; il a dû faire partie du fossile et répond peut-être à l'endroit le long duquel la fissure se serait produite.

Enfin, les cicatrices éparses ne sont pas rares à la surface de l'échantillon; elles affectent la même apparence que celles des figures 2 et 3, pl. IX, et leur netteté est parfois étonnante. On observe encore vers le haut quelques corps étrangers qui adhèrent à la Bilobite, comme si, lorsqu'elle était déjà couchée sur le fond, des particules quartzeuses se fussent introduites entre l'organe et le sol, au moment du dépôt de l'assise supérieure, avant la conversion en arkose de la masse sableuse dont elle était formée.

Ainsi, toutes les circonstances visibles concordent avec la supposition que les Bilobites seraient des organismes marins de la catégorie des Algues, tandis que certaines de ces circonstances ne sauraient convenir à l'hypothèse contraire qui ne voit dans ces fossiles que des traces d'animaux en mouvement. Si l'on a égard à l'analogie de structure qui rattache les Bilobites aux Alectoruridées par la nature du réseau superficiel, au *Panescorsea* par la connexité des tubulures soudées latéralement en un ensemble dont nous ne posséderions que des fragments, force nous sera d'avouer que l'attribution de ces sortes de fossiles à une classe de végétaux marins, particulière aux plus anciennes mers et disparue de bonne heure, n'a rien par elle-même que de fort vraisemblable, de moins invraisemblable, si l'on veut, que les suppositions bizarres auxquelles ces organismes ont donné lieu jusqu'ici.

VIII

Type de l'EOPHYTON LINNEANUM, Torell

1. — **Eophyton Linneanum,** Tor., Sap. et Mar., *Évol. des Cryptog.*, p. 82, fig. 22. (Fig. 6, dans le texte.)

2. — **Eophyton Bleicheri,** Sap. (Pl. VIII, fig. 6.)

Avec l'*Eophyton*, on touche à un problème plus obscur et plus difficile à résoudre que ceux dont il a été question jusqu'ici. Les vestiges ainsi nommés par Torell sont très fréquents et souvent accumulés en grand nombre à la face inférieure des plaques de grès arkose de Lugnas, à l'extrême base du silurien de Suède. Ces vestiges se présentent en demi-relief, et, quelles que soient leur dimension et leur étendue, plus étroits ou plus larges, plus saillants ou plus plats, ils sont constamment parcourus et rayés par des stries longitudinales, parfois un peu inégales ou séparées l'une de l'autre par des intervalles inégaux, mais toujours fines, parallèles et multipliées. On compte environ 12 ou 15 de ces stries par centimètre.

Les *Eophyton* affectent l'apparence de lambeaux épars de toutes grandeurs ; ils se croisent et se superposent dans plusieurs directions. Ils ne sont terminés d'aucun côté et n'ont offert jusqu'ici aucune subdivision, aucune trace de ramification régulière. Ils paraissent pourtant, d'après une foule d'exemples, avoir été cylindriques ou du moins convexes; mais, dans d'autres cas, ils se montrent sous l'aspect de simples rubans, sans aucune épaisseur, en sorte qu'en supposant que les *Eophyton* aient été des végétaux, comme ce n'est pas impossible, on ne saurait rien dire de leur structure et il faudrait ne voir en eux que des tronçons détachés et entraînés sur le sol sous-marin, où le sable fin d'une assise en voie de formation serait venu les recouvrir.

D'après ce que je viens d'exposer, les *Eophyton* pourraient être tout aussi bien des traces d'Invertébrés en marche, décrivant des sillons par le seul fait de leur progression, ou bien encore des stries provenant de la traînée de paquets d'Algues promenés sur la vase, comme le veut Nathorst, que des résidus de végétaux d'une nature aujourd'hui inconnue.

Les trois suppositions sont également admissibles, du moins *a priori*, mais il existe à l'encontre de chacune d'elles des objections dont il faut bien tenir compte avant de juger de quel côté se trouve la vraisemblance. N'oublions pas qu'il s'agit

d'un terrain prodigieusement ancien, classé dans le cambrien inférieur par M. de Lapparent (1) et reposant directement sur le gneiss azoïque.

Les Trilobites ayant la prédominance dans la faune primordiale, on serait tenté de croire effectivement que les *Eophyton* représentent des vestiges de ces animaux, sillonnant la vase de l'extrémité de leurs organes appendiculaires. Cependant, la finesse et parfois la multiplicité de ces stries, leur netteté, la direction strictement rectiligne de la plupart des fragments font naître des doutes qui se trouvent confirmés par une circonstance à peu près inconciliable avec cette première hypothèse : je veux parler de la superposition visible de plusieurs de ces fossiles qui, réunis sur la même plaque, non seulement se touchent, mais s'entremêlent de telle sorte que certains d'entre eux, inférieurs aux uns, passent sur d'autres qui sont eux-mêmes supérieurs aux premiers. De simples pistes ne sauraient produire de pareils effets, puisque la plus récente traverse nécessairement toutes les autres. D'ailleurs, cette accumulation sur un point donné d'animaux d'une seule espèce marchant tous à la fois, laissant des vestiges d'une netteté surprenante, rayant le sol sous-marin sans le bouleverser, ni entraîner aucune confusion, offre par elle-même quelque chose d'infiniment peu vraisemblable.

Il n'en est pas autrement des bandes rayées obtenues par M. Nathorst à l'aide du mouvement de l'eau poussant et traînant des bouquets de fines Algues sur un fond de glaise.

Certainement, les figures 4 et 5, pl. 9, 4 et 5, pl. 10, de cet auteur reproduisent d'une manière frappante l'apparence de l'*Eophyton* de Torell. Mais, si parfaite que soit la ressemblance, que de difficultés à vaincre, quelle réunion singulière d'incidents favorables ! Comment tous ces fragments d'Algues, si divers et cependant si nombreux, ont-ils pu, sans se mêler, ni se confondre, avoir été entraînés à la fois dans tant de directions différentes? Comment, malgré tout, ont-ils donné lieu constamment à des traces bien nettes et souvent à de véritables cylindres? — C'est à n'y rien comprendre, d'autant plus que ce grès cambrien aurait eu le monopole de semblables effets. Il y a eu de tout temps en effet des paquets d'Algues traînés au fond de la mer; pourquoi ces sortes de traces se trouveraient-elles confinées, pour ainsi dire, dans une formation d'un âge aussi reculé? — Enfin, l'objection opposée à la première hypothèse subsiste encore en présence de la seconde : des traînées d'objets peuvent bien se croiser et s'interrompre, mais non pas s'entremêler. C'est absolument impossible, et par le seul fait de ces entre-croisements que je reproduis ici, d'après une plaque de Lugnas que M. Nathorst a bien voulu me communiquer, son hypothèse me semble devenir totalement invraisemblable.

(1) *Traité de géologie*, p. 665.

Reste la troisième supposition, celle qui admet que nous aurions sous les yeux des fragments d'un corps marin, probablement d'un végétal, segmenté, dont les débris et les lambeaux accumulés auraient laissé un moule, reproduit en relief par le grès arkose. Dans ce cas, le désordre des empreintes, leur variété, leur entre-croisement, la saillie et la structure cylindrique de certains fragments, la disposition plane et rubanée des autres n'ont plus rien que de naturel. Ces stries, remarquons-le, ne seraient pas des nervures, mais des rides superficielles et longitudinales, de fines costules, non sans analogie avec ce que nous ont montré les Bilobites et les bourrelets circummarginaux des *Taonurus*. Ce n'est là pourtant

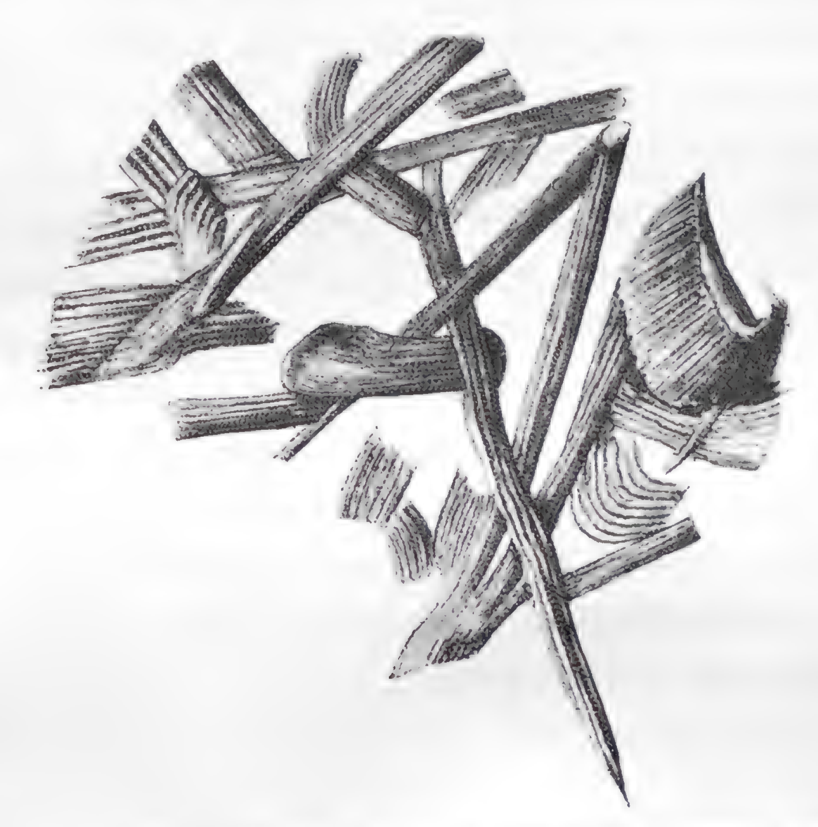


Fig. 6. — *Eophyton Linneanum* Torr., fragments divers, fossilisés en demi-relief et entremêlés dans le plus grand désordre à la surface d'une plaque des grès siluriens de Lugnas en Scanie; d'après un échantillon reçu en communication de M. Alfred Nathorst.

qu'une conjecture que je donne comme telle et qui a pour elle au moins un certain degré de vraisemblance.

Enfin, il n'y aurait aucune impossibilité, en considérant les *Eophyton* comme représentant des végétaux sillonnés à la surface de rayures longitudinales, que ces fragments eussent été eux-mêmes promenés, au fond de la mer cambrienne et sur la vase, de manière à donner lieu à la fois à des vestiges mécaniques de leur présence et à des moules directs fossilisés en demi-relief. Les deux phénomènes ne sont pas inconciliables et leur existence simultanée expliquerait assez bien la variété d'allure des empreintes, les unes nettement limitées ayant l'apparence d'objets éparpillés en désordre, mais solides; les autres se réduisant à des traces vagues ou à de simples traits.

Après tout cela, voici un nouvel indice qui tend à confirmer ma manière de voir relativement à la nature des *Eophyton*. M. Nathorst qui n'admet pas le moulage vide ou par remplissage, ni le moulage en demi-relief des végétaux, allègue toujours l'absence d'empreintes vraies et de résidus visibles de substance végétale, colorant ces empreintes, pour nier la réalité des anciens types considérés jusqu'ici comme des Algues. Or, je vais justement signaler une empreinte de cette nature, teintée de brun et se détachant fort nettement à la surface d'une plaque de psammite du silurien de l'Hérault. C'est un lambeau (voy. pl. VIII, fig. 6) rubané, à bords parallèles, marqué de fines rayures longitudinales, sortes de nervures irrégulières dont les caractères visibles concordent avec ceux des *Eophyton*. Je dois cette empreinte, certainement végétale, à M. le professeur Bleicher, qui l'a recueillie, il y a plusieurs années dans les mêmes, lits des environs de Vailhan, que les *Palæochondrites* décrits ci-dessus. C'est pour cela que je donne à ce fossile le nom d'*Eophyton Bleicheri* qui lui convient à tous égards, puisqu'il joint à la forme rubanée les stries longitudinales, fines et parallèles, mais inégalement distribuées et sans traces d'anastomoses, que les figures 5^a et 5^b, pl. VIII, représentent sous un très fort grossissement (six fois le diamètre). Il me paraît donc difficile de ne pas admettre que dans le silurien il ait existé, en dehors même des vestiges en relief de Lugnas, et de celui que M. Crié a découvert dans la Sarthe, un organisme végétal, encore imparfaitement déterminé, strié longitudinalement à la superficie, et dont les fragments tantôt aplatis et comprimés, tantôt convexes ou cylindroïdes, sont arrivés jusqu'à nous en petit nombre, mais sans que l'on puisse encore rien conclure définitivement à leur égard.

IX

RÉFLEXIONS FINALES

Que reste-t-il maintenant, aux yeux d'un lecteur impartial, des hypothèses de M. Nathorst? Elles semblaient devoir, dans leur apparente rigueur, détruire de fond en comble la nomenclature paléophytique, en ce qui concerne les Algues : Floridées, Laminariées, Chondritées, Alectoruridées, Arthrophycées et Bilobites, d'autres encore et parmi elles les types les plus curieux, les plus remarquables par la régularité de leur thalle ramifié, de leur phyllome marginé à la périphérie et strié à la surface, tout avait disparu comme par enchantement, et, à leur place, il ne restait que des traces d'Invertébrés, s'agitant sur la vase, nageant ou cheminant, appliquant autour d'eux l'extrémité de leurs palpes tentaculaires, ou bien des larves s'insinuant à travers le limon glaiseux.

Un pareil système était trop ingénieux; il avait réponse à tout, et lorsque les animaux ne pouvaient être invoqués à son appui, le mouvement des eaux poussant des objets inertes, remuant des bouquets d'Algues ou agitant des plantes marines, fournissait un autre moyen d'expliquer les anciennes empreintes. Aucun fossile imprimé en creux ou relevé en relief ne pouvait désormais provenir d'une plante et le domaine paléophytique se trouvait réduit aux seuls vestiges qui, ayant gardé des résidus de la substance organisée ou faisant partie de lits charbonneux feuilletés, présentaient des preuves irrécusables de leur véritable origine (1).

(1) M. Grand'Eury, dans son récent et remarquable travail *Sur la formation de la houille* (extr. des *Annales des Mines*, livr. de janvier-février, mars-avril 1882), exprime, à propos des Algues fossiles et de la destruction de la substance végétale des empreintes de plantes, des opinions trop conformes à celles que j'ai exposées pour que j'hésite à invoquer ici son témoignage. Il dit à la page 128, en parlant des Algues, qu'elles se décomposent en une matière gélatineuse, demi-fluide, dans le limon aussi bien que dans l'eau et que leur forme disparaît généralement. — Plus loin, p. 131, il ajoute : « La destruction de la matière végétale ne s'est pas toujours arrêtée après le dépôt et l'enfouissement. Il est des cas où elle s'est opérée malgré ces deux circonstances : c'est lorsque l'eau a pu circuler dans les roches; alors l'oxygène qu'elle contenait a brûlé lentement les substances organiques.

« C'est ainsi que, dans le grès bigarré des Vosges, les empreintes ont perdu toute substance organique et sont représentées par un revêtement ocreux ; il en est de même dans les grès permiens de Russie, non seulement des empreintes, mais encore des parcelles végétales, toutefois à l'exception du fusain. Dans les sables à buccins d'Heyrieu (Isère *), les débris végétaux sont entièrement brûlés. Dans les grès houillers quartzeux très perméables de l'Oural, il ne reste que la forme des plantes. La substance végétale a totalement disparu des empreintes de la grauwacke de la Basse-Loire, et elle a été remplacée par une sorte de talc dans les schistes satinés des Alpes et de l'Anjou. » *(Note ajoutée au moment de l'impression.)*

* Ces sables appartiennent à l'horizon du pliocène.

Il ne manquait à ce système né d'études consciencieuses, mais poursuivies avec un esprit étroit et dans un but fixé d'avance, que la seule sanction de la réalité. En dénonçant tant de catégories de plantes fossiles comme répondant à des vestiges purement mécaniques, on se cachait à soi-même le caractère artificiel de l'hypothèse, et les résultats recherchés se trouvaient d'avance frappés de stérilité. — Pourtant, je me hâte de le dire, les observations de M. Nathorst, scrupuleusement exactes en ce qui concerne la reproduction des traces d'Invertébrés qu'il a figurées, constituent une mine précieuse de faits à laquelle les paléontologues feront bien d'avoir recours dans les cas douteux et, dès à présent, en tenant compte des indications du savant suédois certaines erreurs peuvent être redressées. Les linéaments ou traits accolés en une double rangée, soit parallèlement et à distance, soit réunis de manière à former un cordon, me paraissent maintenant suspects. Il en est de même des traînées simples ou doubles, longitudinalement striées. Enfin, il existe, parmi les objets que l'on a signalés comme étant ou pouvant être d'origine végétale, des tubulures contournées, conglomérées ou repliées sur elles-mêmes, qui paraissent se rapporter à des trous de vers ou de larves, pratiqués à travers un limon non encore consolidé (1).

Dans la première de ces catégories, on doit placer les *Gyrochorte* de Heer et les *Crossochorda* de Schimper (2). Le type des *Gyrochorte* m'a toujours paru très douteux, aussi bien qu'à Schimper lui-même. Je ne l'ai signalé nulle part. M. Heer a cru reconnaître dans ces fossiles curieux, semblables à de minces tresses nattées, sans terminaison visible et souvent jetés l'un sur l'autre, de véritables Caulerpées. D'après la fig. 1, pl. 1, du mémoire de Nathorst, il faudrait voir en eux des traces de Crustacés en marche ou à la nage, analogues aux *Crangon* ou aux *Corophium*.

Il en serait de même des *Crossochorda* du silurien inférieur de Bagnols (*Crossopodia scotica* Mac Coy, *Cruziana? bagnolensis* Morière), déjà signalés par plusieurs auteurs et qui figurent aussi dans l'*Évolution des Cryptogames*. L'apparente analogie de structure qui rattache les *Crossochorda* aux Bilobites m'avait porté à les accueillir comme répondant aux végétaux, mais les doutes fondés que soulève cette attribution appellent une revision de leurs caractères. Les *Crossochorda* sont formés d'une accolade ou double rangée de traits obliques et alternants, constitués par des costules séparées par autant de sillons. Chaque costule a dû

(1) Il m'a été donné d'observer tout récemment, à la surface d'une vase imbibée d'eau salée, les *traînées* d'une Ulvacée, *Ulva enteromorpha*, dont les phyllomes plaqués sur le sol et baignés à demi par les écoulements d'un marais salant avaient pris spontanément une apparence des plus conformes à celle qu'affectent quelques-uns des types de *Cylindrites* et d'Algues « helminthoïdes », figurés par M. Heer, dans son *Flora fossilis Helvetiæ*. C'étaient des enchaînements de demi-anneaux en fer à cheval, régulièrement disposés et ouverts alternativement en sens inverse l'un de l'autre. Certainement l'empreinte fossile de pareils méandres, visibles à la surface d'une plaque, donnerait lieu aux suppositions formulées par M. Nathorst, et leur attribution à la classe des Algues paraîtrait des plus invraisemblables au premier abord (*Note ajoutée au moment de l'impression*).

(2) Voy. pour les figures de ces deux types, dont le premier est nommé *Gyrochorda* par Schimper, le *Handbuch d. Palæont.* de cet auteur, p. 51 et 52, fig. 39 et 40; voir aussi le *Flora foss. Helv.* de Heer, p. 118, tab. 46, fig. 1-7 excl. fig. 8; — Voy. encore l'*Évol. des Cryptog.*, p. 80, fig. 20.

correspondre à une impression en creux provenant du mouvement progressif de l'animal, puisqu'il s'agit d'un moule en relief. J'ai observé sur la plupart des plaques de *Crossochorda*, ainsi que sur la figure donnée par Schimper, une particularité dont il est juste de faire mention : les deux rangées de traits obliques ne sont pas toujours accolées de manière à former un cordon unique pourvu d'un sillon longitudinal médian. Ces deux rangées se disjoignent et s'écartent assez fréquemment, tout en demeurant parallèles. Il y a dans cette disposition un indice probable de la marche d'un animal, capable d'éloigner ou de rapprocher ses organes locomoteurs. Un végétal, à ce qu'il semble, n'aurait pu donner lieu à une semblable diversité d'allure, et, à moins de se fissurer, ses parties intégrantes auraient dû conserver les mêmes rapports proportionnels. Ici donc, autant qu'il est possible d'en juger, en interrogeant un passé aussi lointain, c'est à des traces d'Invertébrés, probablement à des Crustacés marins, qu'il conviendrait, conformément aux vues de M. Nathorst, d'attribuer les *Crossochorda;* mais une solution de cette nature, s'appliquant à certains cas déterminés, est loin d'impliquer la nécessité d'en faire autant pour tous les autres.

D'ailleurs, il existe encore des objections à opposer à cette manière de voir. Les *Crossochorda* montrent assez souvent une sorte de terminaison obtuse, et les costules apicales prennent alors une direction de plus en plus oblique vers cette partie, jusqu'à devenir à peu près parallèles. C'est ce que l'on observe, non seulement sur les exemplaires siluriens, sur celui de Bagnols, en particulier, figuré dans l'*Évolution des Cryptogames*, mais encore sur un autre échantillon découvert par M. le professeur Dewalque dans le dévonien supérieur de Montfort (Belgique) (1). En outre, les *Crossochorda* paraissent, dans bien des cas, non pas se traverser, mais se superposer et s'entremêler, en sorte qu'une décision à leur égard ne laisse pas que d'être entachée de quelque incertitude.

Quant à la deuxième catégorie, celle des empreintes allongées et marquées de stries ou traits longitudinaux, pouvant indiquer un corps en marche, soit d'un Crustacé, soit d'un Mollusque cheminant sur la vase, il n'y aurait rien de surprenant à ce qu'on dût y ranger l'*Eophyton Morierei* (2) ; l'absence complète de caractères différentiels semble justifier cette hypothèse.

Enfin, dans la dernière catégorie, celle des trous de vers ou de larves, je ne serais pas éloigné d'admettre, non seulement les *Tænidium* simples et serpentineux de M. Heer, mais encore, parmi les espèces dont la responsabilité m'est acquise, le *Chondrites vermicularis* Sap. (3), et peut-être encore le *Ch. eximius* Sap. (4).

(1) *Fragments paléontologiques*, par M. G. Dewalque, professeur à l'Université de Liège, p. 5, pl. 2, fig. 1.
(2) Sap. et Mar., *Évolution des Cryptog.*, p. 81, fig. 21 B.
(3) *Paléont. française*, 2e série, *Vég. jur.*, I, pl. 23, fig. 1.
(4) *Ibid.*, pl. 68, fig. 1.

C'est tout ce que l'examen le plus scrupuleux m'engage à reconnaître en fait d'erreurs probables, sans parler bien entendu des *Cylindrites* que dans ma diagnose je proclame : *corpora adhuc valde dubia*, encore moins du *Conchyophycus*, à propos duquel je me suis expliqué en tête du Supplément qui termine le volume consacré aux Cryptogames jurassiques.

Les erreurs sont individuelles et doivent être pardonnées au savant consciencieux qui ouvre la voie. Le désir de ne rien laisser de côté a pu le séduire, et pour peu qu'il réfléchisse aux difficultés de son œuvre, il ne saurait avoir la fatuité de se croire, je ne dirai pas infaillible, ce serait absurde, mais impeccable. Le danger tient plutôt à l'esprit de système qui inconsciemment, si l'on veut, ne recule devant rien pourvu qu'il maintienne et généralise les conséquences de ce qu'il pense avoir établi un jour, qui s'irrite outre mesure, pour peu que l'on sorte des limites tracées par lui et que l'on cherche à retirer de l'ensemble des découvertes et des observations les résultats qu'elles comportent légitimement. En allant au delà des conclusions déjà si exagérées que visent les études expérimentales de Nathorst, certains naturalistes ont cru saisir une arme au moyen de laquelle, en détruisant les notions relatives aux Algues fossiles, telles que M. Marion et moi nous les avons exposées, l'idée même de l'évolution du règne végétal se trouvait atteinte dans ce qu'elle avait de plus fondamental. De là peut-être, de leur part, cet acharnement à vouloir repousser en masse les documents que tant d'auteurs avaient admis comme représentant les plantes des plus anciennes mers, sauf à distinguer graduellement l'erreur de la vérité, en dégageant finalement celle-ci.

L'esprit de système n'a aucun souci d'une marche aussi raisonnable ; à ses yeux, il n'existe pas d'Algues primitives ; il ne s'étonne même pas de ne plus avoir à alléguer aucun type en dehors des apparences illusoires qui, selon lui, se trouvent attribuables à des vestiges purement mécaniques. Mais, en adoptant cette manière de voir, il s'égare et sur le but qu'il se proposait d'atteindre et sur les moyens eux-mêmes employés pour y parvenir.

Si l'évolution n'est pas un mensonge et qu'elle ait gouverné réellement la marche du monde vivant, quelques erreurs partielles, si démontrées qu'elles soient, seront insuffisantes pour la déraciner en tant qu'idée théorique, de même que la détermination ou l'appréciation d'une petite suite de plantes fossiles ne réussiraient pas à l'établir, si elle n'avait en soi aucune raison d'être. Aussi, en traitant cette question dans des limites forcément restreintes et de façon à en souligner seulement les traits, les auteurs de *l'Évolution des Cryptogames* n'ont jamais eu la pensée de faire reposer la théorie transformiste sur une base aussi étroite que celle que pouvait leur fournir l'ensemble des Algues fossiles. Adhérant au principe de l'évolution, ils ont dû le définir et le développer avant tout,

en dehors même de toute considération paléophytique, — d'après des motifs tirés de l'étude des organismes actuels les plus simples, comparés aux parties élémentaires des végétaux plus élevés et partant plus complexes. Ils ont dû se préoccuper surtout de l' « œuf végétal », c'est-à-dire de la cellule originaire qui, maintenant encore, au début de chaque individualité phytique, traduit une image de ce que le règne a dû être à son point de départ initial. Cet exposé est réellement fondamental, puisque sans lui il n'y aurait pas d'évolution concevable ; mais ce qui concerne les Algues fossiles, c'est-à-dire l'évolution particulière, « présumée », de plantes confinées dans l'élément natal et demeurées relativement imparfaites, constitue avec raison la matière d'un chapitre séparé, pour lequel il a bien fallu recourir aux indices paléophytiques, indices d'une signification obscure, s'il en fut jamais ; nous n'avons jamais eu l'intention d'y voir autre chose.

Était-il possible qu'un livre sur l'*Evolution des Cryptogames* passât les Algues sous silence, et fallait-il renoncer à esquisser au moins les traits essentiels de leur histoire, d'après les seuls documents que cette catégorie nous ait laissés ? Ces documents, tout entachés de doute et incomplets qu'ils soient, méritent après tout d'attirer les regards de ceux qui, dans la végétation du globe, considèrent surtout son passé. Ces chercheurs obstinés s'efforcent d'entrevoir les étapes successives et de crayonner l'ébauche de la marche suivie par le monde des plantes, allant du simple au composé, de la cellule qui dut être le point de départ jusqu'à ces types qui rivalisent de perfection organique avec ceux de l'autre règne. Si complexe que soit cependant devenue la structure végétale, à la suite des âges accumulés et des combinaisons acquises, elle ne laisse pas que de présenter des traces de l'organisation primitive, visibles pour l'œil attentif de l'observateur.

Ainsi, on aurait tort de vouloir confondre deux points de vue très distincts et qui doivent demeurer tels : d'une part, la raison d'être de l'évolution du règne végétal considéré dans son ensemble ; de l'autre, l'histoire particulière des Algues prises, non plus comme point de départ nécessaire de tout ce qui végète, mais en tant que groupe limité, ayant eu son évolution propre en dehors des plantes aériennes et parallèlement à elles. Cette distinction a été faite dans notre pensée et, en consacrant aux Algues un chapitre séparé (1), nous l'avons encore plus accentuée. Ici même, tout aussi bien que dans le chapitre qui vient d'être signalé, il ne saurait être question que des Algues considérées en elles-mêmes et non pas comme se rattachant plus étroitement que les autres végétaux à la souche commune et originaire du règne tout entier.

Je suis donc ramené tout naturellement vers l'appréciation des Algues fossiles.

(1) *Évolution des Cryptogames*, chap. III, *Protophytes-Algues*.

Il existe tout d'abord chez elles un fait irrécusable qui prime sur tout le reste et sur lequel il est impossible de ne pas insister. Je veux parler de l'apparition ou du moins de l'extension tardive des Floridées, groupe incontestablement supérieur, et par l'organisation et par le nombre, aux autres sections de la classe. Les Fucacées, qui ne viennent qu'après, témoignent elles-mêmes d'une semblable nouveauté relative. On était bien autorisé à conclure de cette marche, à moins d'admettre que les anciennes mers eussent été dénuées d'Algues, ce qui toucherait à l'absurde, que cette catégorie de plantes ne s'était complétée et perfectionnée qu'assez tard, après avoir longtemps compris, dans une proportion dominante sinon exclusive, des types d'une organisation inférieure. Divers indices, et comment s'appuyer sur autre chose que des indices tirés des empreintes fossiles, venaient à l'appui de cette façon d'envisager la marche évolutive des Algues : ainsi, les Laminaires ou Phéosporées, plus simples que les Floridées et même que les Fucacées, bien que servant de lien entre celles-ci et les Zoosporées, paraissent avoir elles-mêmes joué un rôle considérable dans les mers plus anciennes que celle de la Craie, dans un âge où les Fucacées n'ont pas été signalées jusqu'ici et où les Floridées n'existent encore qu'à l'état de vestige problématique. C'est pour cela que j'ai insisté sur la présence dans l'oolithe du genre *Itieria*, que M. Nathorst lui-même excepte de l'anathème général dans lequel il englobe la plupart des Algues fossiles du Jura, et enfin sur le *Laminarites Lagrangei* Sap. et Mar., type infraliasique dont mes récentes études, résumées plus haut, et la figure de la planche IV font ressortir la liaison avec les Algues de la section des Laminaires.

En même temps qu'à l'aide de ces documents je montrais, de concert avec M. Marion, les Phéosporées précédant l'extension, sinon l'apparition première des Floridées et des Fucacées; à l'aide d'autres indices dont le *Palæophycus Heberti* Sap. (1), de l'infralias de Chalindrey (Côte-d'Or) et le *Codites neocomiensis* (2) Sap. et Mar. représentent les plus saillants, il me semblait pouvoir saisir la présence, dans les mers secondaires, d'Algues munies de thalles unicellulaires à la façon des Codiées et des Caulerpées de l'ordre actuel. Il n'y avait rien de chimérique dans ces visées accompagnées d'un commencement de preuves, puisque le *Codites neocomiensis* et encore plus le *Palæophycus Heberti* laissent entrevoir leur structure lacunaire à l'intérieur, ferme et feutrée à l'extérieur, et que la morphologie de ces types favorise le rapprochement adopté. Qu'y aurait-il dès lors d'étonnant à ce que des Algues à la fois simples et puissantes eussent été répandues, et même prédominantes, dans un âge où nous sommes assurés, sinon de l'absence, au moins de la rareté et de la position subordonnée des Algues supérieures, particu-

(1) Voy. *Évol. des Cryptog.*, p. 84, fig. 23.
(2) Voy. pl. VIII, fig. 1 et *Évol. des Cryptog.*, p. 96, fig. 31.

lièrement des Floridées si tardivement répandues au sein des mers européennes ?

C'est donc par analogie que nous avons procédé ; mais existe-t-il à l'usage de la paléontologie un autre instrument que l'analogie, et cette science a-t-elle à se plaindre de l'emploi qui en a été fait dans un siècle où les résultats auxquels elle est parvenue étonnent l'intelligence de l'homme, en lui ouvrant une perspective de découvertes, pour ainsi dire, illimitée.

Maintenant que nous avons vu se perdre, pour ainsi dire, au fond du passé, les types d'Algues qui, de près ou de loin, par une parenté d'abord étroite, ensuite graduellement plus lointaine et enfin à peine sensible, se rattachaient aux sections actuelles de la classe, il n'y a pas lieu d'être surpris si, au sein des mers secondaires, côte à côte des homomorphes clairsemés qui permettent encore certains rapprochements, nous rencontrons des Algues sans rapport aucun avec celles de notre temps ; le contraire aurait plutôt lieu d'étonner. Ces Algues des anciennes mers ont dû sans doute leur conservation à la fermeté de leur consistance. Beaucoup d'autres ont péri sans laisser de vestiges ; mais nous sommes bien forcés d'interroger les documents qui nous restent, les seuls qui nous instruisent de ce que pouvait être la végétation marine aux âges les plus reculés. Il existe même à ce sujet une indication ou plutôt un trait de lumière dont il est légitime de tenir compte. Au lieu d'être confus, variables selon les étages, les documents dont je parle ont quelque chose d'uniforme ; ils se répètent et marquent par conséquent une longue succession de formes semblables, multipliées de bonne heure au sein des mers et n'en disparaissant qu'au moment même où les types actuels commencent à se répandre à leur tour. Ceux-ci auraient donc supplanté leurs devanciers, ou plutôt les circonstances qui favorisaient l'extension des plus récents entraînaient par cela même le déclin et ensuite l'exclusion des autres. Il n'y a rien, dans cette marche, qui ne soit parfaitement logique et strictement conforme à ce que laissent voir les autres catégories d'êtres, soit végétales, soit animales. — Les Floridées et les Fucacées, en un mot, jouent le rôle et affectent les allures des Angiospermes terrestres, qui ne sont guère répandues en Europe avant le cénomanien, mais qui rejettent alors au second plan les Fougères, les Cycadées et les Conifères. Elles se conduisent encore à la façon des Mammifères demeurés obscurs et subordonnés jusqu'au moment où les reptiles Dinosauriens se retirent ; enfin les poissons Téléostéens n'agissent pas autrement en se substituant aux Ganoïdes dans le cours de la période crétacée. Il faudrait donc de bien grands motifs, et ces motifs, j'en ai fait voir l'inanité, pour révoquer en doute une marche évolutive aussi conforme à celle de la plupart des séries d'êtres organisés, à travers les périodes.

Les groupes auxquels je fais allusion ne sont pas bien nombreux ; ils sont assez nettement définis ; ils constituaient sans doute un certain nombre de familles dis-

tinctes, enfin ils se perdent dans la nuit des âges. Ce sont (je ne m'arrête qu'à ceux dont l'existence paraît bien établie) : 1° les Chondritées, comprenant, outre les *Chondrites* propres, les *Phymatoderma* et *Codites;* 2° les Alectoruridées ou Algues scopariennes ; 3° les Arthrophycées, enfin les *Palæophycus* et quelques autres. Tous ces groupes s'étendent avec des variations secondaires du paléozoïque aux temps secondaires plus ou moins avancés, ou même se prolongent en s'atténuant jusque dans le tertiaire. Les uns ont des thalles simples ou ramifiés par dichotomie ou sympodie, tantôt unis à la surface, tantôt munis d'élevures, d'appendices, ou parsemés d'inégalités granuleuses : ce sont les Chondritées, *Palæophycus*, *Codites*, *Phymatoderma*, etc. — Les autres ont la surface du phyllome sillonné de stries, de costules, de plissements, de cannelures, dirigés en long ou par le travers, mais toujours dans un sens déterminé et donnant lieu à une disposition qui ne varie pas à l'intérieur de chacun des types que l'on considère. Mais, si l'on s'enfonce dans un passé très reculé, à côté des plus anciens vestiges des Alectoruridées, Arthrophycées et Chondritées, on rencontre, à l'extrême base du silurien, les Bilobites et les *Eophyton*, sur lesquels je me suis expliqué, qui soulèvent encore des doutes, mais qui enfin ne diffèrent pas des Alectoruridées, lorsque l'on s'attache seulement aux stries superficielles soit longitudinales et parallèles, soit reliées entre elles par des anastomoses qui les caractérisent. Cette circonstance, rapprochée de plusieurs autres indices que j'ai fait ressortir, autorise à ranger, provisoirement au moins, ces organismes parmi les Algues, malgré l'absence de preuves tout à fait convaincantes et l'obscurité qu'entraîne forcément le défaut de terme de comparaison au sein de la nature actuelle.

Mais cette première question une fois résolue, en supposant même les dernières incertitudes entièrement dissipées à l'égard des Bilobites et des *Eophyton*, tout est loin encore de se trouver éclairci et tranché. Il resterait à pouvoir dire ou du moins à présumer quelle sorte de structure présentaient ces anciens types. Si M. Marion et moi nous avons pensé que les Algues primordiales pouvaient bien avoir été unicellulaires et assimilables aux Siphonées, c'est que certains indices nous encourageaient à adopter cette conjecture. L'intérieur probablement fistuleux, la consistance extérieurement ferme, les stries ou ridements superficiels correspondant à des tubulures ou prolongements de cavités cellulaires entremêlés, l'accroissement illimité s'opérant à l'aide de l'adjonction de parties similaires dans une direction et suivant un mouvement déterminés, c'était pour nous autant de points qui paraissaient justifier nos vues ; mais de là à une affirmation précise, il y avait loin, et nous n'avons jamais eu la prétention de la formuler.

Dans les pages précédentes, j'ai fait avec trop de soin la part de la certitude et celle de l'erreur, la part de la vraisemblance et celle du doute, pour être

encore accusé de tout confondre et de me fier au hasard. Sans doute les notions que je me suis efforcé de définir sont encore flottantes à bien des points de vue; elles sont exposées à subir des changements partiels, à être reprises et corrigées à mesure que les observations se multiplieront, ainsi que les découvertes. Mais n'est-ce pas là le sort commun de la plupart des séries paléontologiques, dès que l'on ne s'attache pas à des êtres, comme les Mollusques, par exemple, qui paraissent n'avoir éprouvé depuis les époques les plus lointaines que des variations d'un ordre secondaire? A-t-on pu savoir, dès la première heure, sait-on même maintenant ce qu'étaient les Ornithodontes, ce que furent au juste les Mammifères du trias et du Jura? Les Trilobites, les plus anciens Ganoïdes, les Labyrinthodontes n'offrent-ils pas eux-mêmes, par certains côtés de leur structure, des obscurités et ambiguïtés que l'avenir seul finira par dissiper? N'est-ce pas précisément par ces endroits que les études à poursuivre sollicitent les chercheurs et les poussent en avant? Les végétaux terrestres ne sont pas exempts de semblables problèmes, d'autant plus que si l'on excepte les plus petits, ils ne sont venus à nous la plupart du temps qu'à l'état de fragments. Il est difficile effectivement de ne pas admettre qu'on rencontrera quelque jour des Dicotylées antérieures à celles du cénomanien, et ensuite des Angiospermes d'affinité inconnue, comme dès à présent il est permis de croire qu'étaient les *Williamsonia*. — Pourquoi en serait-il autrement des Algues, plantes confinées à tout jamais au sein de l'élément natal? L'eau, ce berceau originaire de ce qui a vie, a toujours eu des Algues; est-il possible d'en douter et, au lieu de les admettre en nombre restreint au fond des mers primitives, n'est-il pas naturel de croire à leur puissance et à leur multiplicité? Comment ces légions de poissons Ganoïdes, de Sélaciens et de reptiles nageurs gigantesques n'auraient-ils pas eu à leur portée, comme un complément indispensable de la faune aquatique, comme une réserve nutritive des phytiphages servant de proie aux carnassiers, tout un riche ensemble de plantes marines? S'il en est ainsi, comme tout porte à le croire, les fossiles signalés jusqu'ici représenteraient à peine quelques faibles restes de cette antique flore océanique. Au contraire, en admettant, à l'exemple de Nathorst, que ces types ne soient pour la plupart que des traces d'Invertébrés en mouvement, où seraient alors les Algues des mers secondaires et paléozoïques? où faudrait-il les chercher et comment saisir la raison d'être d'une disparition aussi universelle? Ce désert dans le passé ou cette lacune absolue dans les terrains seraient également inconcevables. En un mot, de la prétendue explication sortirait un problème plus ardu à résoudre que celui même qu'on aurait cru trancher, en niant d'un seul coup toutes les observations antérieures, même les plus consciencieuses.

J'ai la conviction qu'on doit agir autrement, et, fidèle à cette pensée, j'ai voulu

donner l'exemple d'une marche opposée. C'est pour cela que, prenant pour point de départ celles des Algues fossiles qui sont les moins douteuses, soit comme détermination générique, soit comme attribution à la classe prise d'une façon générale, je me suis avancé pas à pas, en m'efforçant de débrouiller à mesure les caractères des types moins bien établis. En un mot, compléter les notions acquises, en éliminant avec soin ce qui est entaché d'erreur ou par trop douteux, et agrandir ainsi graduellement le cercle des connaissances, telle serait la vraie manière de procéder. Cette méthode est la seule, selon moi, qui puisse mener à des résultats définitifs, et je la recommande instamment à ceux que tenterait l'étude aussi périlleuse qu'attrayante des Algues fossiles.

EXPLICATION DES FIGURES

FRONTISPICE. — *Bilobites furcifera* (M. R.) Sap. et Mar.

FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE.

Fig. 1 à 4. — Procédés de la fossilisation en « demi-relief » rendus schématiquement, p. 7-8.

Fig. 5. — *Pachyphyllum cirinicum* Sap., fossilisé en demi-relief, d'après un échantillon du Muséum de Lyon, p. 9.

Fig. 6. — *Eophyton Linneanum* Torr., réunion de fragments superposés et entremêlés, d'après un échantillon de Lugnas (Scanie), p. 62.

PLANCHE I.

Floridées.

Fig. 1. — *Delesseria Reichii* Schimp., fragment d'une fronde, d'après un échantillon du grès vert de Niederschœna, près de Freyberg (Saxe), faisant partie de la collection du Muséum de Paris (coll. du Muséum, n° 4028), grandeur naturelle.

Fig. 2. — Autre fragment plus petit de la même espèce se rapportant à la portion terminale d'une fronde et provenant du même échantillon, grandeur naturelle.

Fig. 3. — *Delesseria alata* Lamx., espèce actuelle des bords de l'Océan; segment de fronde grossi quatre fois pour servir de comparaison avec l'espèce fossile précédente.

Fig. 4. — *Delesseria ruscifolia* Lamx., espèce actuelle des bords de l'Océan, segment de fronde grossi environ 7 fois pour servir de terme de comparaison avec le *Delesseria parisiensis* Wat., figuré p. 103, fig. 35, de l'*Évolution des Cryptogames*.

Fig. 5. — *Halymenites Arnaudi* Sap. et Mar., portion de fronde montrant en *a* une colonie ou « zoécie » d'un Bryozoaire, *Membranipora Marioni* Sap. — Plusieurs lobules de cette fronde semblent pourvus de fructifications; d'après un dessin de l'empreinte originale dû à M. le professeur Marion, grandeur naturelle; — fig. 5ᵃ, zoécie représentée à part et assez fortement grossie, d'après un dessin du même.

Fig. 6. — *Lithothamnites Croizieri* Sap., deux portions ou rameaux dépendant d'une fronde érigée, traversant verticalement la roche, d'après un moule de l'échantillon original provenant du callovien de la Charente, communiqué par M. le capitaine Croizier, grandeur naturelle.

PLANCHE II.

Floridées.

Fig. 1. — *Halymenites Arnaudi* Sap. et Mar., portion considérable d'une fronde, grandeur naturelle.

Fig. 2. — Segment d'une autre fronde de la même espèce, grossi deux fois et demi, pour montrer

l'empreinte d'une zoécie de Bryozoaire (*Membranipora Marioni* Sap.), visible en *a* ; — fig 2ᵃ, même zoécie vue à part sous un grossissement de dix fois le diamètre.

Planche III.

Floridées.

Fig. 1. — a. *Halymenites Arnaudi* Sap. et Mar., portion de fronde, montrant la terminaison inférieure, grandeur naturelle ; b. *Gelidium anceps* Sap., fronde, grandeur naturelle.

Fig. 2. — *Thamnophora corallorhiza* Ag., espèce actuelle des mers du Cap, segment de fronde grossi deux fois, présentant une zoécie de Bryozoaire, *Membranipora membranacea*, attachée sur le thalle ; — fig. 2ᵃ, la même zoécie plus fortement grossie.

Fig. 3. — *Gelidium coronopifolium* Lamx., espèce actuelle des bords de l'Océan, fragment de fronde grossi deux fois, pour servir de terme de comparaison avec le *Gelidium anceps*.

Fig. 4. — *Sphærococcus* (*Nitophyllum*) *bifidus* Ag., espèce actuelle des côtes du Calvados, portion de thalle grossie pour servir de terme de comparaison avec les *Sphærococcites* et *Halymenites* fossiles.

Fig. 5. — *Sphærococcus cartilagineus* Ag., espèce actuelle des mers du Cap, ramification terminale d'une fronde, fortement grossie, pour servir de terme de comparaison avec les *Sphærococcites* et *Halymenites* fossiles.

Fig. 6. — *Sphærococcus coronopifolius* Ag., espèce actuelle des côtes de l'Océan, sommité d'une ramification de la fronde, fortement grossie, pour servir de terme de comparaison avec les *Halymenites* et *Sphærococcites* fossiles.

Fig. 7. — *Halymenia punctata* Lamx., espèce actuelle des côtes de l'Océan, partie supérieure d'une fronde, pour servir de terme de comparaison avec les *Halymenites* fossiles, grandeur naturelle.

Planche IV.

Laminariées.

Laminarites Lagrangei, Sap. et Mar., petite portion d'un phyllome, réduit à 1/6 de grandeur naturelle (soit un 36ᵉ de la surface), d'après un échantillon original, extrait par les soins de M. le docteur Lagrange.

Planche V.

Types indéterminés.

Fig. 1. — *Panescorsea glomerata* Sap., portion de phyllome réduite à 1/2 grandeur naturelle ; d'après un échantillon provenant de la partie supérieure du permien dans le département du Var.

Fig. 2-3. — *Palæochondrites oldhamiæformis* Sap., deux fragments isolés de thalle, grossis trois fois, d'après des échantillons du silurien supérieur de l'Hérault.

Fig. 4 et 5. — *Palæochondrites dictyophyton* Sap., deux fragments isolés de thalle, grossis trois fois, d'après des échantillons du silurien supérieur de l'Hérault.

Planche VI.

Chondritées.

Fig. 1. — *Chondrites bollensis* Ziet., segment de thalle avec le pied et l'ensemble des ramifications de deuxième et de troisième ordre, d'après un échantillon provenant des schistes du lias supérieur de Ohmden, grandeur naturelle ; — fig. 1ᵃ, le pied du même échantillon figuré à part et grossi deux

fois ; — fig. 1[b], autre partie du même échantillon grossie deux fois, pour montrer le mode d'agencement des dernières subdivisions du thalle.

Fig. 2. — *Chondrites flabellaris* Sap., segment de thalle avec le pied ou base et l'ensemble des ramifications, du toarcien des environs de Metz ; reproduction d'une figure de la *Paléontologie française ;* grandeur naturelle.

Fig 3. — *Chondrites taxinus* Sap., portion de thalle avec le pied ou base et l'ensemble des ramifications, d'après un échantillon du flysch d'Estoublon (Basses-Alpes), grossi deux fois.

Fig. 4. — *Chondrites filicinus* Sap., portion du thalle avec le pied ou base et l'ensemble des ramifications, d'après un échantillon du bathonien de Rians (Var), grandeur naturelle.

Fig. 5. — *Chondrites robionensis* Sap. et Mar., portion terminale d'un thalle, grandeur naturelle.

Fig. 6. — *Phymatoderma Terquemi* Sap., deux portions ou fragments de thalle, l'un très petit, l'autre plus grand, pourvu de toutes ses ramifications, d'après un échantillon du lias moyen des environs de Metz, zone à *Gryphæa arcuata*, grandeur naturelle ; — fig. 6[a], l'un des deux fragments grossi deux fois, pour montrer les caractères et le mode de ramification du type.

Fig. 7. — *Phymatoderma cœlatum* Sap., plusieurs fragments, dont l'un bifurqué, réunis sur la même plaque, d'après un échantillon de l'oxfordien des environs d'Aix (Bouches-du-Rhône), grandeur naturelle ; — fig. 7[a], un des fragments grossis pour montrer la structure ; — fig. 7[b], autre fragment vu sous un plus fort grossissement, pour montrer la forme et la disposition des excroissances verruqueuses.

Fig. 8. — *Caulerpa ericifolia* Ag., espèce actuelle de la mer des Antilles (Guadeloupe), fragment de thalle grossi deux fois, montrant les excroissances exactement conformes à celles qui caractérisent l'espèce fossile, dont il est couvert à l'état adulte.

Fig. 9. — *Caulerpa mamillosa* Mont., espèce actuelle des îles Mascareignes, fragment de thalle grossi deux fois, pour montrer les excroissances dont il est couvert à l'état adulte.

PLANCHE VII.

Alectoruridées.

Fig. 1. — *Glossophycus Camillæ* Sap. et Mar., phyllome presque entier, mutilé dans le haut par une cassure de la roche, d'après un échantillon du conchylien des environs du Cannet (Var), grandeur naturelle.

Fig. 2. — *Taonurus Panescorsii* Sap. et Mar., phyllome ou portion de phyllome, d'après le moule d'une empreinte du conchylien supérieur des environs de Draguignan (Var), grandeur naturelle ; — fig. 2[a], portion du réseau superficiel, grossie deux fois ; — fig. 2[b], autre portion du même réseau, plus fortement grossie, pour montrer la disposition des costules anastomosées en réseau et circonscrivant des dépressions en forme de mailles.

Fig. 3. — *Cancellophycus reticularis* Sap., portion notable d'un phyllome, reproduite d'après le dessin d'un échantillon provenant du bajocien de la Vienne, communiqué par M. de Longuemar et dans lequel il a été fait abstraction du fond de la plaque pour faire ressortir la disposition des mailles percées à jour qui forment réseau, grandeur naturelle.

Fig. 4. — *Cancellophycus Marioni* Sap., phyllome complet réduit à 1/3 de sa grandeur naturelle, d'après une empreinte observée et dessinée sur place, dans le bathonien des environs d'Aix en Provence ; reproduction d'une figure de la *Paléontologie française.*

Fig. 5. — Autre phyllome rapporté à la même espèce, représentant probablement une plante jeune, d'après un échantillon provenant du même étage, grandeur naturelle.

PLANCHE VIII.

Alectoruridées et Arthrophycées.

Fig. 1. — *Codites neocomiensis* Sap. et Mar., segment d'une fronde ramifiée par dichotomie, montrant le mode de terminaison, d'après un échantillon du néocomien de Barrême (Basses-Alpes), grandeur naturelle.

Fig. 2. — *Taonurus Saportai* Dew., phyllome complet, sauf l'extrême base qui se trouve tronquée, grossi environ deux fois, représentant selon toute probabilité une plante dont le développement n'est pas achevé, d'après un échantillon converti en silice chloritée, provenant de la craie sénonienne d'Anzin, reçu en communication de M. le professeur Dewalque et figuré ici pour la première fois.

Fig. 3. — *Taonurus Saportai* Dew., autre échantillon représentant la partie supérieure d'un phyllome, converti, comme le précédent, en silice chloritée et tronqué inférieurement, même provenance. L'échantillon, déjà figuré par M. G. Dewalque, à qui est due la découverte de l'espèce, est reproduit ici d'après un nouveau dessin; grandeur naturelle; — fig. 3ª, portion grossie pour montrer la disposition des stries ou costules qui constituent le réseau superficiel.

Fig. 4. — *Arthrophycus Harlani* Hall, portion d'une fronde ramifiée latéralement, tronquée aux deux extrémités et couchée sur deux autres fragments de même nature, grandeur naturelle; d'après un échantillon du grès silurien de Médine (États-Unis) recueilli et communiqué par M. Léo Lesquereux.

Fig. 5. — *Gyrophyllites multiradiatus* Hr., thalle complet montrant son point d'attache central d'où partent des ramifications courtes et étalées, d'après le moule d'une empreinte provenant de la zone à *Ammonites tripartitus* de la Drôme; grandeur naturelle, très légèrement amplifiée.

Fig. 6. — *Eophyton Bleicheri* Sap., empreinte d'un fragment d'*Éophyton*, recueilli par M. Bleicher dans le silurien supérieur de l'Hérault, grandeur naturelle; — fig. 5ª et 5ᵇ, portions de la même empreinte, grossies fortement pour montrer l'aspect et la disposition des rayures longitudinales caractéristiques.

Planche IX.

Bilobites.

Fig. 1. — *Bilobites furcifera* (M. R.) Sap. et Mar., portion d'une fronde(?) de très grande dimension(?) réduite d'un quart environ et montrant, en *aa*, un sillon oblique transversal, et en *rr*, les traces reconnaissables d'un réseau superficiel résultant de l'anastomose des stries ou cannelures longitudinales. On observe en outre de nombreuses cicatrices dispersées à la surface des accolades ou demi-cylindres accouplés, d'après un exemplaire de Bagnols (Orne) recueilli et communiqué par M. le professeur J. Morière; — fig. 1ª, portion du réseau superficiel grossi deux fois pour montrer la nature des anastomoses.

Fig. 2. — Portion d'un autre échantillon de la même espèce, notablement grossie (environ 3 fois), pour montrer l'aspect et la conformation d'une cicatrice superficielle.

Fig. 3. — Autre portion d'un échantillon de *Bilobites furcifera*, grossie trois fois, pour montrer l'aspect et la conformation d'une cicatrice offrant un caractère différent.

Fig. 4. — *Bilobites furcifera* (M. R.) Sap. et Mar., portion du réseau superficiel de l'échantillon qui figure au frontispice, grossie deux fois et rendue avec netteté pour en faire saisir le vrai caractère.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

6473 82. — Corbeil. Typ. et Stér. Crété.

3

4/1

1

2

6

5

5'

Imp. Becquet, Paris.

1_2. Delesseria Reichii, Schimp. _ 3. Delesseria alata, Lamx. (espèce vivante).
5. Halymenites Arnaudi, Sap. et Mar. _ 6. Lithothamnites Croizieri, Sap.



Imp. Becquet, Paris.

1_2. Halymenites Arnaudi, Sap. et Mar.

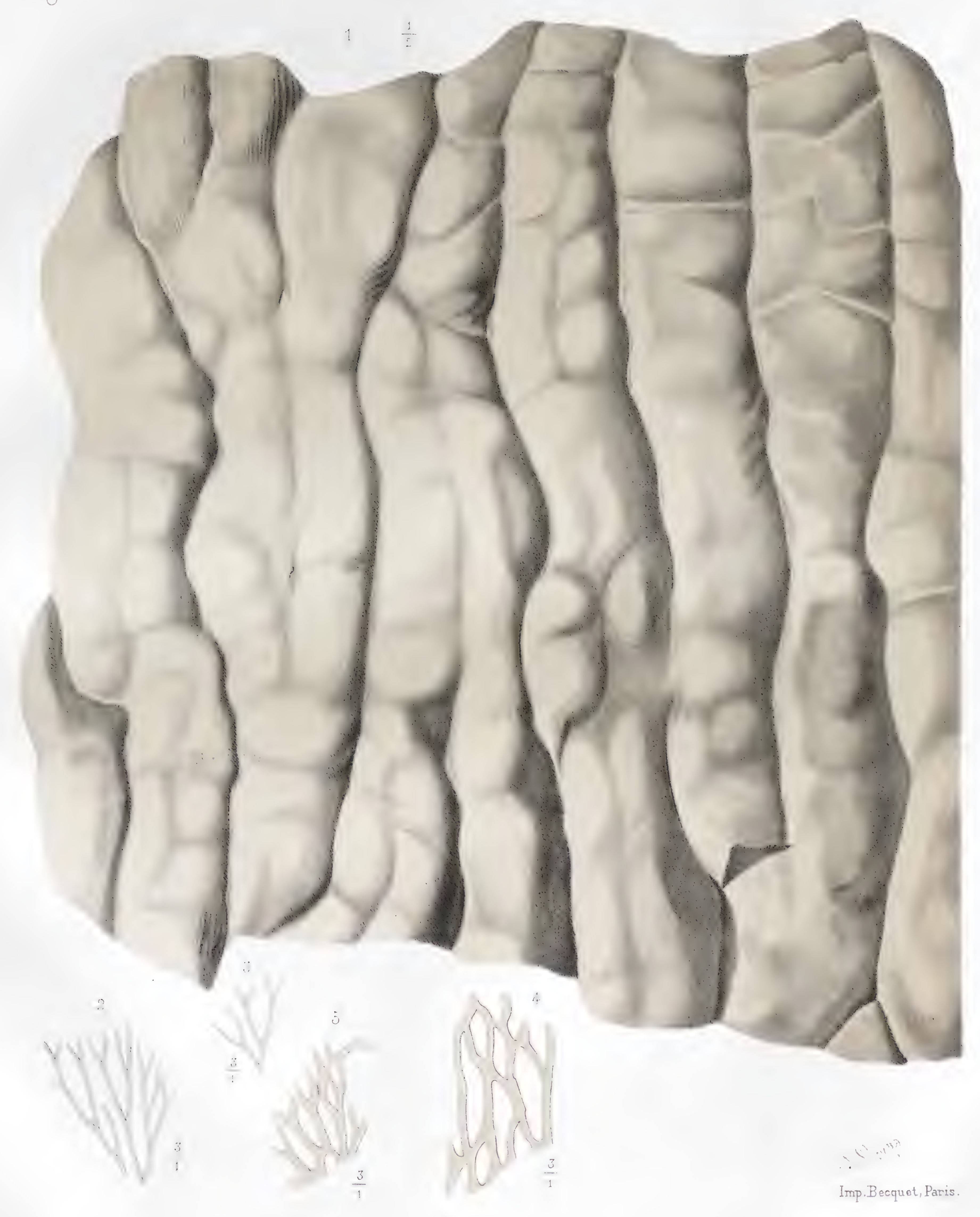


1,_a. Halymenites Arnaudi, Sap. et Mar._b. Gelidium anceps, Sap._2. Thamnophora corallorhiza, Ag. (e.v.)
3. Gelidium coronopifolium, Lamx. (e.v.)_4. Sphærococcus (Nitophyllum) bifidus, Ag. (e.v.)
5. Sph. cartilagineus, Ag. (e.v.)_6. Sph. coronopifolius, Ag. (e.v.)_7. Halymenia punctata, Lamx. (e.v.)



Imp. Becquet. Paris.

Laminarites Lagrangei, Sap. et Mar.



Imp. Becquet, Paris.

1. Panescorsea glomerata Sap. _ 2_3. Palæochondrites oldhamiæformis Sap.
4_5. Palæochondrites dictyophyton Sap.



Imp. Becquet, Paris.

1. Chondrites bollensis Ziet. — 2. Ch. flabellaris Sap. — 3. Ch. taxinus Sap. — 4. Ch. filicinus Sap.
5. Ch. robionensis Sap. et Mar. — 6. Phymatoderma Terquemi Sap. — 7. Ph. cœlatum Sap.
8. Caulerpa ericifolia Ag. (esp. viv.) — 9. C. mamillosa Mont. (esp. viv.)

1 2ᵃ 2

2ᵇ

5 3

4

Leuba lith. Imp. Becquet, Paris.

1. Glossophycus Camillæ, Sap. et Mar. _ 2. Taonurus Panescorsii, Sap. et Mar.
3. Cancellophycus reticularis, Sap. _ 4-5. Cancellophycus Marioni, Sap.



Leuba lith. Imp. Becquet, Paris.

1. Codites neocomiensis, Sap. et Mar. _ 2_3. Taonurus Saportai, Dew.
4. Arthrophycus Harlani, Hall. _ 5. Gyrophyllites multiradiatus, Hr.
6. Eophyton Bleicheri, Sap.

1 6/7

a

r

a

r

2

4 1.a 3

Leuba lith.

Imp. Becquet, Paris.

1_4. Bilobites furcifera (M.R.), Sap. et Mar.

DU MÊME AUTEUR

Algues, Équisétacées, Characées, Fougères. 1 volume de texte, avec un atlas de 72 planches tirées à deux teintes. . . . . 60 fr.

Cycadées. 1 volume de texte, avec un atlas de 58 planches tirées à deux teintes. 54 fr.

Conifères ou Aciculariées (*En cours de publication*). 12 livraisons publiées.

(Ces trois volumes font partie de la publication la *Paléontologie française*.)

Le Monde des Plantes avant l'apparition de l'Homme. 1 volume grand in-8°, avec 13 planches dont 5 en couleur et 118 figures dans le texte . . . . . . 16 fr.

L'Évolution du règne végétal. *Les Cryptogames*. (En collaboration avec M. Marion, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.) 1 volume avec 85 figures dans le texte. . . . . 6 fr.

(Ce volume est publié dans la *Bibliothèque scientifique internationale*.)

CORBEIL. — TYP. ET STÉR. CRÉTÉ.